T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

ENDÜSTRİYEL OTOMASYON TEKNOLOJİLERİ

KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARI

523EO0488

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Milli Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ -1 3
1. UZAK MESAFELERE GÜÇ İLETİMİ 3
1.1. Kayış 3
1.2. Kayış Çeşitleri 4
1.2.1. Düz Kayışlar 4
1.2.2. V-Kayışı 5
1.2.3. Zaman (Triger) Kayışlar 8
1.2.4. Yuvarlak Kayışlar 12
1.3. Kayış Uzunluğunun Hesabı 13
1.4. Gerdirme Sistemleri 17
1.5. Yük Taşıyıcı Olarak Kasnaklar 18
1.5.1. Basit Makaralar 18
1.5.2. Hareketli Makaralar 20
1.5.3. Diferansiyel Palanga 22
1.6. Zincir Dişliler 24
UYGULAMA FAALİYETİ 28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 31
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 33
2. KAMLAR 33
2.1. Kam Mekanizmaları 33
2.2. Kam Mekanizmalarının Sınıflandırılması 34
2.2.1. Hareket modu 34
2.2.2. İzleyici Biçimi 35
2.2.3. İzleyicinin Yerleşimi 36
2.2.4. Kamın Şekli 36
2.3. Kam Elemanları 39
2.4. Kam Diyagramlarının Çizimi 39
UYGULAMA FAALİYETİ 44
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 47
MODÜL DEĞERLENDİRME 49
CEVAP ANAHTARLARI 58
KAYNAKLAR 59

AÇIKLAMALAR

KOD	**523EO0488**
ALAN	**Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Mekatronik Teknisyenliği**
MODÜLÜN ADI	**Kayış Kasnak Mekanizmaları**
MODÜLÜN TANIMI	Kayış-kasnak, zincir dişlilerin ve kamların kullanım amaçları ve yerlerine yönelik bilgi ve becerilerin verildiği öğretim materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Dişli mekanizmalar modülünü almış olmak
YETERLİK	Bu modülü tamamladığınızda basit mekanizmaları yapabileceksiniz.
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında, el âletlerini kullanarak kurallara uygun olarak basit mekanizma yapabileceksiniz. **Amaçlar** 1. Standartlara uygun olarak kayış kasnak tertibatı ile hareket ve güç aktarımı yapabileceksiniz. 2. Standartlara uygun olarak dişli çarklar ile hareket ve güç iletimi yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Mekanik atölye **Donanım:** El takımları, torna, freze ve matkap tezgâhları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Bu faaliyetin sonunda ölçme soruları ile öğrenme düzeyinizi ölçeceksiniz. Araştırmalarla, grup çalışmaları ve bireysel çalışmalarla öğretmen rehberliğinde ölçme ve değerlendirmeyi gerçekleştirebileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Kayış, ip, zincir gibi esnek makine elemanları, daha çok uzun mesafeler için güç iletiminde kullanılır. Bu şartlarda kayış ve diğer benzeri elemanlar kullanılmazsa aynı işi yapmak için çok sayıda dişli, mil, yatak kullanmak zorunda kalacaktık. Mekanizma ve makineleri basitleştiren düzeneklerin kurulmaları için zincir dişli ve kayış kasnakların kullanılması daha ekonomik olmaktadır.

Değişik tipte hareket üretiminin bir yolu da kam kullanmaktır. Bugün tekstil makinelerinden dikiş makinelerine kadar geniş bir yelpazede kullanım alanı olan kamların profil eğrilerinin çizimini bu modül içinde öğreneceksiniz.

Bu modülde hedeflenen yeterlikleri edinmeniz durumunda, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri alanında daha nitelikli elemanlar olarak yetişeceğinize inanıyor, başarılar diliyoruz.

ÖĞRENME FAALİYETİ -1

AMAÇ

Standartlara uygun olarak kayış kasnak tertibatı ile hareket ve güç aktarımı yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.

- Doğrusal ve dairesel hareketin temel kavramlarını tekrar ediniz.
- Çevrenizde gördüğünüz kayış-kasnakların kullanım yerlerini not ediniz.

1. UZAK MESAFELERE GÜÇ İLETİMİ

1.1. Kayış

Oldukça esnek bir yapıya sahip olan kayışlar, döndüren kasnaktan döndürülen kasnağa güç ve hareketi, temas yoluyla aktarır. Hareketin iletimi sürtünme yolu ile olmakta ve meydana gelen titreşim kayış tarafından emilmektedir.

Şekil 1.1: Kayış kasnak

Kayışla iletimin avantajları aşağıda görülmektedir.

- Eksenleri birbirinden uzakta olan miller arasında güç ve hareket iletilir.
- İletim oranı serbestçe seçilebilir.
- Kayış malzemesi esnek olduğundan darbeleri emer.
- Elemanları ucuzdur ve bulunmaları kolaydır.
- Kademeli kasnak ya da çapları bir mekanizma ile değiştirilebilen kasnak kullanılarak değişik hız aralığı elde edilebilir.
- Ani yük büyümelerinde kayma yaptığından emniyet görevi de üstlenirler.

Buna karşın kayış-kasnakla iletiminin dezavantajlı yönleri aşağıya açıklanmıştır.

- Kayış-kasnak arasındaki küçük kaymalardan dolayı tam ve sabit güç aktarımı olmaz.
- Kayışta zamanla meydana gelebilecek gevşemeler, ek gerdirme tertibatına ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır.

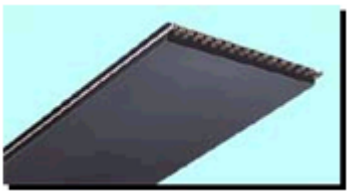
1.2. Kayış Çeşitleri

Kayışlar kesitlerine göre;

- Düz kayışlar
- V kayışlar
- Dişli (zamanlama-triger) kayışlar
- Yuvarlak kayışlar olmak üzere dörde ayrılmaktadır. Bir de bunların özel türleri vardır.

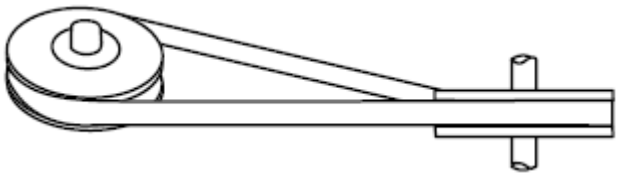
1.2.1. Düz Kayışlar

Düz kayışlar uzak mesafeler arası güç iletimini sessiz ve etkili bir biçimde sağlar. Eksenleri paralel miller arasında güç iletiminde kullanıldığı gibi eksenleri açılı, hatta 90^0 olan millerde dahi kullanılır. Kayış, kasnak üzerine düz ve çapraz olmak üzere iki tür sarılır. Düz sarımda her iki kasnak da aynı yönde döner. Çapraz kayışta ise zıt yönde döner. Özellikle kademeli kasnaklarda kullanılmaya elverişlidir.



Şekil 1.2: Düz kayışlar

Kayışların ana malzemesi kösele, kauçuk ve yapay malzemelerdir. Bunlardan başka plastik malzemelerden yapılan çok tabakalı kayışlar da vardır.



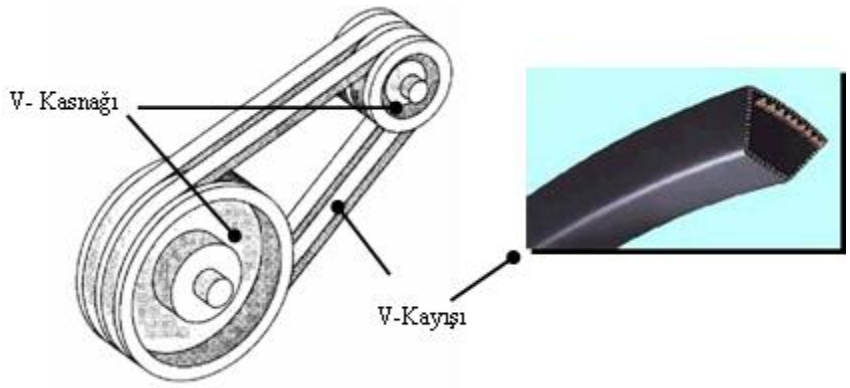
Şekil 1.3: Çapraz sarım

Sığırların sırt derilerinden yapılan kösele kayışların içine bitkisel malzemeler ve krom bileşikleri katılmaktadır. Asite ve neme karşı dayanıklıdır. Kalınlıkları 3-7 mm arasında değişir. Bazı durumlarda üst üste yapıştırılarak kalınlığı arttırılır. Kauçuklu kayışlar birbirine kauçukla yapıştırılmış çelik tel, naylon ya da pamuk ipliğinden dokunmuş bezden (bezli balata kayışları) oluşur.Tarım, yem ve un fabrikalarında, matkap tezgahlarında yaygın olarak

kullanılmaktadır. Yapay kayışlar sentetik yün, yapay ipek ve bazı hallerde naylon gibi sentetik liflerden yapılır. Çok tabakalı kayışlar ise orta tabaka plastik, üst ve alt tabakalar kösele yada biri kösele diğeri kauçuk olabilir. Düz kayışlar ucu açık olarak satılır. Gerekli kayış uzunluğuna erişildikten sonra iki açık ucu, kayış perçinleri, raptiye yda cıvata-somun ile mafsallanır.

1.2.2. V-Kayışı

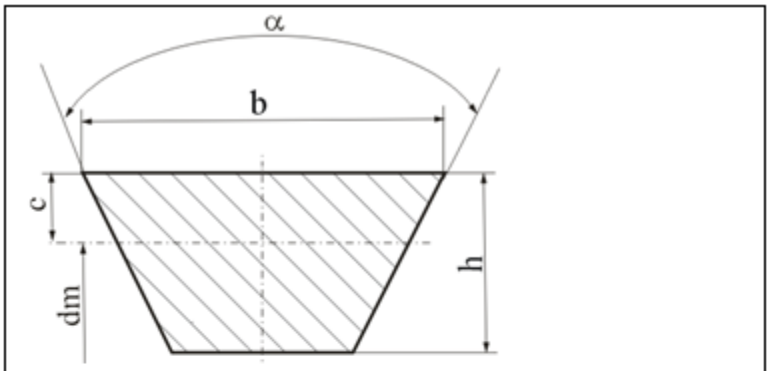
V kayışları düz kayışların aksine kısa mesafelerde kullanılır. V kayışı ile iletimde büyük sürtünme kuvvetleri oluşur. Kayış, kaynak üzerindeki kanallara oturduğundan kayışın kasnak üzerindeki kayması azdır. Kayışın eni dar olduğundan kasnak üzerinde birkaç kayış gerdirmek mümkündür.



Şekil 1.4: V kayışı

V kayışları standarttır. TS standardına göre normal V kayışları (TS 198/1, DIN 2215) ve dar V kayışları (TS 198/4, DIN 7753) olmak üzere ikiye ayrılır. Dar V kayışlarının ISO standardına göre SPZ, SPA, SPB ve SPC çeşitleri vardır.

V kayışlarının kesitinde *b* harfi genişliği, *h* harfi yüksekliği ve α sembolü imalat açısını göstermektedir. İmalat açısı 35^0-$39^{0\ \pm 1}$ arasında değişmektedir. Tablo 1.1 normal V kayışlarının, Tablo 1.2 ise dar V kayışlarının değerlerini göstermektedir.



Genişlik, b	13	17	20	22	25
Yükseklik, h	8	11	12,5	14	
İç Çevre Uzunluğu Li	Dış Çevre Uzunluğu Lm (Lm =Li + 2b)				
600	625	632			
630	655	662			
670	695	702			
710	735	742			
750	775	782			
800	825	832			
850	875	882	890		
900	925	932	940		
950	975	982	990		
1000	1025	1124	1130	1134	
.....	.....	....	....	....	
1180	1205	1212	1220	1225	1230
2000	2025	2032	2040	2045	2050
2120	2145	2152	2160	2165	2170

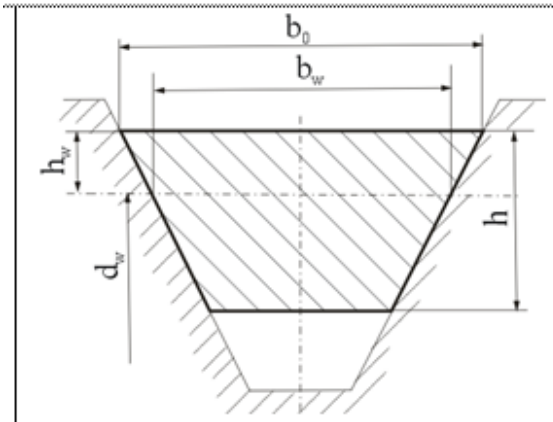
Tablo 1.1: Normal V kayışlarının boyutları (TS 198/1 - DIN 2215)

V kayışının adlandırılması ise genişlik ve uzunluğu ile belirlenir. Örneğin b=22 mm genişliğinde, Li=1000 mm iç çevre uzunluğundaki bir kayış,

V kayışı 22 x 1000 TS 198/1
ya da

V kayışı 22 x1000 DIN 2215

şeklinde adlandırılır.



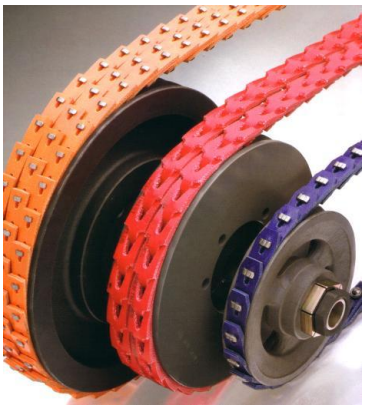
Profil		Kayışın üst genişliği b0	Etkin genişlik bw	Kayış yüksekliği h	Etkin yükseklik hw	Kasnağın etkin asgari çapı, dw
Genişlik	ISO simgesi					
9,5	SPZ	9,7	8,5	8,2	2,5	71
12,5	SPA	12,7	11	10,6	3	90
19	SPB	19	16	15,8	5	160
Kayış dış çevre uzunluğu, La						
9,5		**12,5**			**19**	
525	……..	750	1025	2500	1500	…..
575	1375	800	….	2550	1600	3500
600	1400	850	1500	…..	1700	3600
625	…..	875	1525	3300	…..	…..
650	2450	….	1550	3400	2200	4400
675	2500	1000	…..	3500	2300	4500

Tablo 1.2: Dar kayışların boyutları (TS 198/4 -DIN 7753)

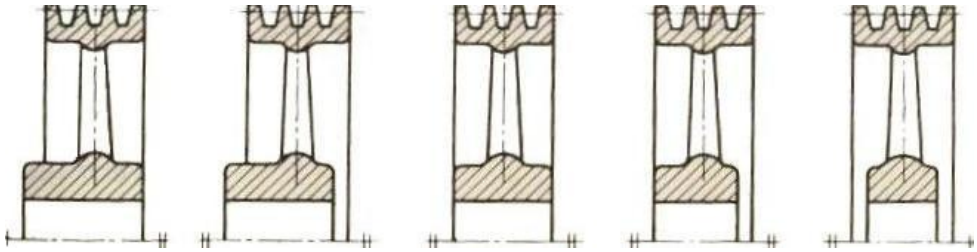
Dar V kayışının adlandırılması profil ve dış çevre uzunluğu ile ifade edilir. Örneğin SPZ profilinde (genişlik=9,5 mm) ve La=800 mm çevre uzunluğunda olan dar V kayışı,

V kayışı SPZ x 800 TS 198/4 şeklinde adlandırılır.

V kayışlarının özel bir hali de birden fazla V kayışının mafsallı olarak birbirine bağlanmasıdır. Çalışma yerine göre bazı bölümleri çıkartılarak uzunluğu ayarlanabilir. Bu da montajı kolaylaştırmaktadır. Bundan başka varyatörlerde kullanılan geniş V kayışları, çift taraflı V kayışları, çok profilli (tırtıllı) V kayışları, çok kanallı (birleştirilmiş) V kayışları da piyasada kullanılmaktadır.



Şekil 1.5: Mafsallı V kayışı

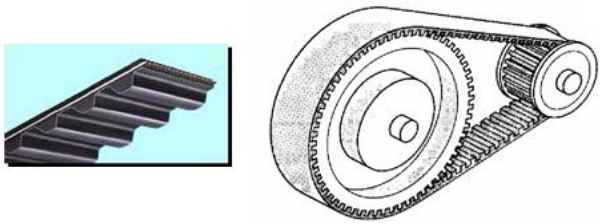


Şekil 1.6: Çok kanallı V kayış kasnakları

Genelde kasnaklar GG-15 ve GG-20'den yapılır. Milin kasnağa geçen kısmına "göbek", kayışın kasnağa temas eden kısmına "ispit", göbekle ispit arasında kalan kısma ise "gövde" denir. Gövdeler dolu ya da kollu olarak yapılır.

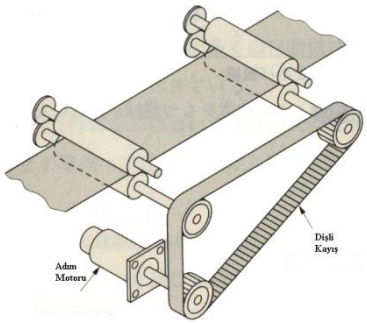
1.2.3. Zaman (Triger) Kayışlar

Zaman kayışlarının üzerinde dişler vardır. Bu yüzden bunlara dişli kayış da denilmektedir. Bu dişler kasnak üzerinde açılan oluklara geçmektedir. Güç aktarımı sırasında dişlerinden dolayı kasnakla arasında bir kayma olmaz. Bu yüzden sabit açısal hızda hassas güç aktarımı mümkün olmaktadır. Gürültüsüz çalışması, küçük çaplı kasnaklarda bile kullanılabilmesi, gıda ve sağlık sektöründe, ofis makinelerinde kendine geniş kullanım alanı bulmuştur.



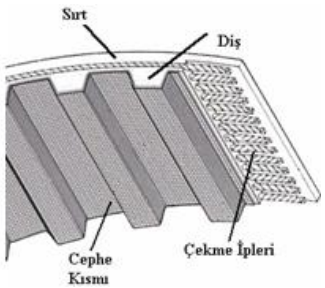
Şekil 1.7: Dişli kayış

Dişli kayışlar herhangi bir hız sınırlaması olmaksızın çalışabilirler. Buna karşın darbeli ve beklenmeyen bir yükle karşılaşıldığında kayma hareketi yapamadığı için emniyet görevini yapamamaktadır.



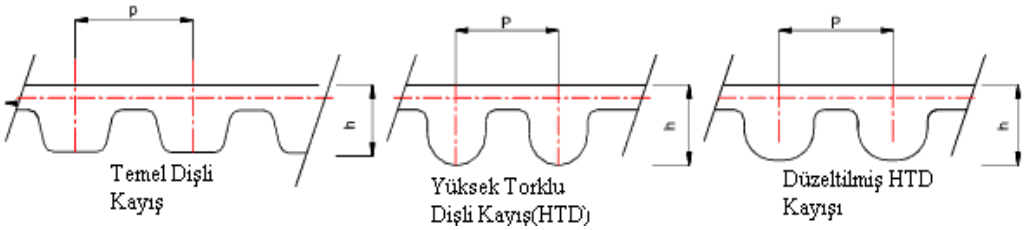
Şekil 1.8: Dişli kayış ile konveyör hareketi

Dişli kayışlarda çekme işini yapan çelik teller yada bir ip doku, ince bir kauçuk tabaka içine yerleştirilmiştir. Bu eleman üzerineneoprenadı verilen sentetik kauçuk dökülerek eşit aralıklı dişler meydana getirilir.



Şekil 1.9: Dişli kayış yapısı

Dişli kayışların ölçüleri ISO 5294/ TSE 5160 standartlarında belirlenmiştir. İlk dişli kayışların dişleri trapez şeklindeydi. Zamanlama kayışı da denilen bu kayışların profillerinde dişlerin yan kısımları düz çizgidir.150 kW'a kadar güç aktrabilen bu kayışın ölçüleri inch ölçülerine göre belirlenmiştir. Adım kodu (Şekil 1.10) MXL, XL, L, H, XH, XXH ile belirtilen bu kayışın ölçüleri Tablo 1.3 -1.4 1.5'te görülmektedir.



Şekil 1.10: Dişli kayışta adım

Kayış Kodu	Anlam	Adım mm	Mevcut Kayış Genişlikleri mm
MXL	Extra Light	2,032	3,05 4,826 6,35
XL	Extra Light	5,08	6,35 9,652
L	Light	9,525	12,7 19,05 25,4
H	Heavy	12,7	19,05 25,4 38,1 50.8 76,2
XH	Extra Heavy	22.225	50.8 76,2 50.8 76,2 101,6 127101,6
XXH	Double Extra Heavy	31,75	50.8 76,2 101,6 127

Tablo 1.3: Temel dişli kayışı ölçüleri

Trapez profilinde yuvarlatmalara gidilerek HTD kayışı olarak bilinen kayışlar elde edilmiştir. Diş yüzeyi daha büyük olduğundan 1000 kW'a kadar güç aktarabilmektedir. Metrik adımla (3, 5, 8, 10, 14, 20 mm) temsil edilir.

Kayış Kodu	Anlam	Adım mm	Mevcut Kayış Genişlikleri mm
3M	3 mm yüksek tork iletimi	3	6 9 15
5M	5 mm yüksek tork iletimi	5	9 15 25
8M	8 mm yüksek tork iletimi	8	20 30 50 85
14M	14 mm yüksek tork iletimi	14	40 55 85 115 170
20M	20 mm yüksek tork iletimi	20	115 170 230 290 340

Tablo 1.4: HTD dişli kayışı ölçüleri

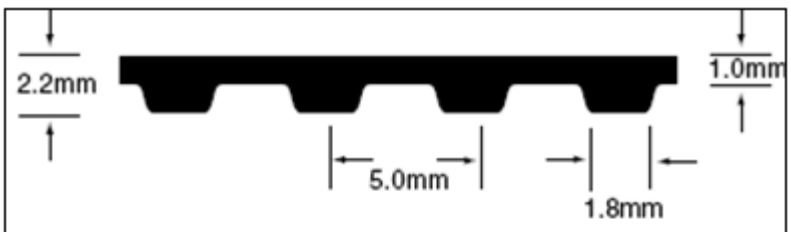
HTD profilinde değişikliklik yapılarak GT(Gates Powergrip) ile isimlendirilen yuvarlaklığı düzeltilmiş dişli kayış imal edilmiştir. 600 kW'a kadar güç aktarabilen bu kayışlar 2, 3 ve 5 mm adımda imal edilir. Bu kayış diğerlerine göre daha yüksek hassasiyet sağlar. Dişli kayışları adım ve uzunluklarına göre simgelenir.

Örneğin adımı 5 ve uzunluğu 255 mm olan bir kayış "T5–255" şeklinde isimlendirilir. Bazı durumlarda kayış genişliği de simgeye konulmaktadır (6 T5–255). Adım, hatırlanacağı üzere bir diş dolusu ve bir diş dolusu arasında kalan ölçüydü. 2.5, 5, 6 ve 10 mm adımlı kayışlar çok kullanılmaktadır.

Kayış Kodu	Anlam	Adım mm	Mevcut Kayış Genişlikleri mm
2MR	2 mm yüksek tork iletimi	2	3 6 9
3MR	3 mm yüksek tork iletimi	3	6 9 15
5MM	5 mm yüksek tork iletimi	5	9 15 25

Tablo 1.5: GT dişli kayışı ölçüleri

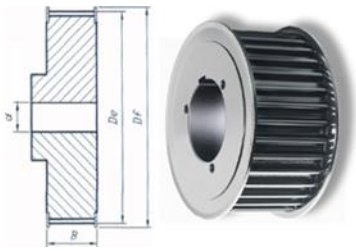
Tablo 1.6'da adımı 5 mm olan kayışın temel ölçüleri görülmektedir.



Kayış No	Adım mm	Diş Sayısı	Kayış No	Adım mm	Diş Sayısı
T5-100	100.0	20	T5-630	630.0	126
T5-150	150.0	30	T5-640	640.0	128
T5-165	165.0	33	T5-650	650.0	130
T5-180	180.0	36	T5-660	660.0	132
T5-185	185.0	37	T5-690	668.0	138
T5-200	200.0	40	T5-695	695.0	139
T5-215	215.0	43	T5-700	700.0	140
T5-220	220.0	44	T5-720	720.0	144
T5-225	225.0	45	T5-750	750.0	150
T5-245	245.0	49	T5-780	780.0	156
.....	.....	.....	.....	.....	.....
T5-400	400.0	80	T5-1280	1280.0	256
T5-410	410.0	82	T5-1315	1315.0	263
T5-420	420.0	84	T5-1380	1380.0	276
T5-425	425.0	85	T5-1440	1440.0	288
T5-450	450.0	90	T5-1500	1500.0	300
.....	....	....	T5-1995	1995.0	391

Tablo 1.6: 5 mm adımlı dişli kayış ölçüleri

Dişli kayış kasnakları hafif işletme koşulları altında çalıştıklarından genel olarak alüminyum, pirinç, çinko alaşımı gibi hafif malzemelerden veya plastikten yapılırlar. Bazı hallerde çelik veya dökme demirden de üretilirler. Hafif metalden yapıldığı durumlarda dökme demir veya çelikten yapılan konik göbekler civatalar vasıtasıyla kasnağa bağlanırlar.



Şekil 1.11: Dişli kasnağı

Adım	Diş Sayısı	De	Df	d	Adım	Diş Sayısı	De	Df	D
T5	10	15,05	20	6	T10	12	36,35	42	24
	11	16,65	22	6		13	39,5	45	26
	12	18,25	23	6		14	42,7	48	30
	13	19,85	25	8		15	45,9	51	34
	....	....	...	...		....	....	...	...
	25	39	43	25		25	77,7	82	66
	26	40,6	45	25		26	80,9	86	68
	....	....	...	...		....	....	...	...
	40	62,85	67	47		40	125,45	131	110
	41	64,4	69	48		41	128,65	134	110
	42	66	70	50		42	131,85	137	112
	....	....	...	...					
	55	86,7	91	68		55	173,2	178	146
	56	88,3	93	70		56	176,4	182	150
	57	89,9	94	72		57	179,6	185	152
	....	....	...	...		....	....	...	...
	109	172,65	177	148		110	348,3	354	317
	110	174,25	179	150		111	351,45	357	321
	111	175,85	180	150		112	354,65	360	323
	112	177,45	182	152		113	357,8	363	327
	113	180,65	184	152		114	361	367	330

Tablo 1.7: Dişli kasnağı ölçüleri

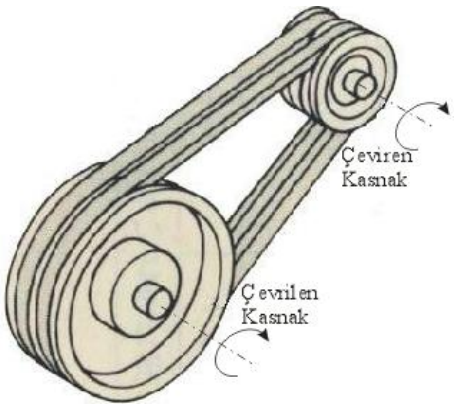
1.2.4. Yuvarlak Kayışlar

Güç ve hareket iletimi için kullanılan termoplastik poliüretandan ya da köseleden üretilen bu kayışlar pratik kaynak işlemi ile isteğe göre boyutlandırılmaktadır. Yuvarlak kesitli kayışlar; dikiş makinesi, sinema ve kamera teçhizatı, pamuklu ve yünlü üretim makineleri, gıda, baskı ve paketleme makineleri, vantilatör ve benzeri makinelerde ufak güçlerin iletilmesinde kullanılır. 5, 6, 7, 8 ve 10 mm çaplarında yapılır.

Şekil 1.12: Yuvarlak kayışlar

1.3. Kayış Uzunluğunun Hesabı

Kayış-kasnak hesabında ilk adım iletim oranının belirlenmesidir. Döndüren mildeki devir sayısı, dolayısıyla döndürme momenti, döndürülen mile arttırılarak mı yoksa azaltılarak mı aktarılma sorusunu, iletim oranı cevaplamaktadır. Döndüren mile bağlı olan kasnağa "çeviren kasnak", döndürülen mile bağlı olan kasnağa "çevrilen kasnak" denilmektedir.



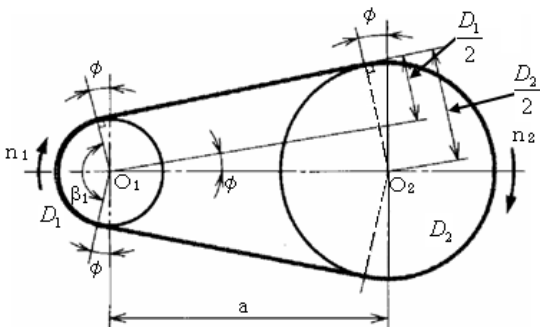
Şekil 1.13: Kayış kasnak hareketi

Çeviren kasnağın devir sayısı n_1, çapı D_1, çevrilen kasnağın devir sayısı n_2, çapı D_2 olduğuna göre kasnağın iletim oranı aşağıdaki ifade ile gösterilebilir (Kasnak ile kayış arasındaki kayma ihmal edilmiştir.).

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$D_2 = \frac{n_1}{n_2} D_1$$

İfadeden de anlaşılacağı üzere iletim oranı büyüdükçe çevrilen kasnaktaki devir sayısı düşmekte, buna bağlı olarak döndürme momenti artmaktadır.



Şekil 1.14: Kasnak çapları

Düz sarımlı iki kasnak arasındaki kayış uzunluğu (L[mm]),

$$L = 2a\cos\phi + \frac{D_1}{2}\beta_1 + \frac{D_2}{2}\beta_2 \qquad [1.1]$$

ifadesi ile hesaplanır.

Burada, eksenler arası mesafe a[mm], çeviren kasnak çapı D_1[mm] ve çevrilen kasnak çapı D_2[mm]'dir.Bu bağıntı kayış uzunluğunu tam olarak verir. Fakat uygulamada sarılım ve eksen açıları ile uğraşmak zaman kaybına sebep olacağından ifadeyi açı değerlerinden arındırmak gerekir. Bu değerler yerine boyutsal karşılıkları yerleştirilirse;

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} \qquad [1.2]$$

bulunur. Daha pratik olarak π / 2 yerine 1,57 konulursa,

$$L = 2a + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} \qquad [1.3]$$

bulunur.

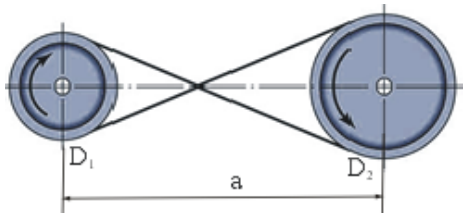
Bazı hallerde hesap yolu ile bulunan kayış uzunlukları en yakın değere yuvarlatılır. Buna göre eksenler arası mesafeyi yeniden hesaplamak gerekir. Buna göre yuvarlatılmış L uzunluğuna göre eksenler arası mesafe [1.2] denkleminden,

$$a = \frac{2L_m - \pi(dm_1 + dm_2) + \sqrt{[2L_m - \pi(dm_1 + dm_2)]^2 - 8(dm_2 - dm_1)^2}}{8} \qquad 1.4]$$

bulunur.

Eğer çapraz bağlanmış kasnak kullanılırsa kayış uzunluğu (Şekil 1.15):

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4a} \qquad [1.5]$$



Şekil 1.15: Çapraz bağlama

V kayışı için boyutlar, çekme ve basma kuvvetlerinin etkili olmadığı tarafsız eksene göre tayin edilir. Normal V kayışı için tarafsız eksen, kayış kesitinin merkezidir. Bu eksene göre kayış uzunluğu L_m ve kasnak çapları dm_1 ve dm_2, ortalama değerlerdir. Dar V kayışları için tarafsız eksen h_w etken yükseklik tarafından bulunur. Bu eksene karşılık gelen kasnak çaplarına "dw_1 ve dw_2 etkin çapları", kayışın uzunluğuna etkin uzunluk L_w ve genişliğine etkin genişlik b_w denir (Tablo 1.2). Bu açıklamaların ışığında normal V kayışları için kayış uzunluğu:

$$L_m \approx 2a + \frac{\pi}{2}(d_{m_1} + d_{m_2}) + \frac{(d_{m_2} - d_{m_1})^2}{4a} \qquad [1.6]$$

Dar V kayışları için kayış uzunluğu:

$$L_w \approx 2a + \frac{\pi}{2}(d_{w_1} + d_{w_2}) + \frac{(d_{w_2} - d_{w_1})^2}{4a} \qquad [1.7]$$

V kayışları sonsuz uzunlukta yani kapalı olarak yapılır. Uzunluklar standarttır. "Standartta kayışın dış çevre uzunluğu La ve iç çevre uzunluğu Li verilmektedir [1.6]." denklemi esas alınarak normal V kayışında:

Dış çevre uzunluğu	$La = Lm + 2\cdot\pi\cdot c$	[1.8]
İç çevre uzunluğu	$Li = Lm - 2\cdot\pi\cdot c$	[1.9]

Burada c=h/2'dir.

Dar V kayışlarında:

Dış çevre uzunluğu	$La = Lw + 2\cdot\pi\cdot hw$	[1.10]
İç çevre uzunluğu	$Li = Lw - 2\cdot\pi\cdot(h - hw)$	[1.11]

Kayış ekseni ise

$$a = \frac{2L_m - \pi(dm_1 + dm_2) + \sqrt{[2L_m - \pi(dm_1 + dm_2)]^2 - 8(dm_2 - dm_1)^2}}{8} \quad [1.12]$$

İfadeleri ile bulunur. Dişli kayışların uzunluğu [1.2] ile aynıdır.

ÖRNEK 1: Eksenler arası mesafe 650 [mm] olan iki kasnağa ait veriler:

Çeviren :	Çevrilen :
n1 : 1400 [dev/dk.]	dm_2:198.8[mm]
dm1 : 123.8[mm]	

olduğuna göre çevrilen kasnağın devir sayısını (n_2) ve kayış uzunluğunu hesaplayınız?

ÇÖZÜM:

$$n_2 = n_1 \times \frac{d_1}{d_2} = 1400 \times \frac{123.8}{198.8} = 871.8 \text{ dev/dk.}$$

$$L = 2 \times 650 + 1.57(198.8 + 123.8) + \frac{198.8 + 123.8}{4 \times 650} = 1806,6 \text{ mm}$$

Kayış genişliği b=20 seçilirse kayış kalınlığı h=12,5 mm olur [1.8]. Denkleminden

La = Lm + 2·π·c
La = 1806,6 + 2·π·(12.5/2)
La = 1845,8 mm bulunur.

Tablo 1.1'e bakıldığında en yakın standart kayış uzunluğunun 2040 mm olduğu görülür. Bu yüzden eksenler arası mesafenin yeniden hesaplanması gerekir [1.12]. denklemini kullanalım.

$$a = \frac{2L_m - \pi(dm_1 + dm_2) + \sqrt{[2L_m - \pi(dm_1 + dm_2)]^2 - 8(dm_2 - dm_1)^2}}{8}$$

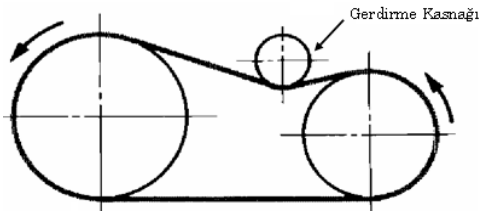
$$a = \frac{2x2040 - \pi(123,8 + 198,8) + \sqrt{[2x2040 - \pi(123,8 + 198,8)]^2 - 8(198,8 - 123,8)^2}}{8}$$

a= 765 mm

Eğer eksenler arası değiştirilemez nitelikteyse standart kayış uzunluğu için araya gerdirme kasnağı konularak kayış uzunluğu azaltılır.

1.4. Gerdirme Sistemleri

Kayışın hareket iletimi kayış kasnak arasındaki sürtünme kuvveti olduğundan kayışın kaymasını azaltarak sürtünmeyi arttırmak gereklidir. V kayışları gerdirileceği zaman kasnaklardan biri eksenler üzerinde hareket ettirilir. Kasnağın hareketi mümkün olmadığı durumlarda başka bir kasnak kayışın içine veya dışına konulur. Buna gerdirme kasnağı denir.



Şekil 1.16: Gerdirme kasnağı

Kayışın gergin tarafındaki gerilim kuvveti Ft[N] ve gevşek tarafındaki kuvvet Fs[N] ise etkin gergi kuvveti aşağıdaki ifade ile bulunur.

$$F_t - F_s$$

Bundan başka kayışın hızı v[m/s] ve aktarılan güç miktarı Pd[kW]:

$$P_d = \frac{(F_t - F_s)}{1000} v \qquad [1.13]$$

Gevşek taraftaki gerilim ihmal edilirse, formül yeniden düzenlenebilir.

$$F_t = \frac{1000}{v} P_d \qquad [1.14]$$

Kuvvet birçok kayış tarafından aktarılıyorsa tek kayışın iletebileceği kuvvet:

$$F_t' = \frac{F_t}{N} \qquad [1.15]$$

ÖRNEK 2: V-Kayışı ile iletimde çevrilen kasnağın devir sayısını (n_2[dev/dk.]) ve kayışın hızını (v[m/s]) hesaplayınız. Çeviren kasnağın devir sayısı 950[dev/dk.], çapı (dm_1) 158.8[mm], ve çevrilen kasnağın çapı (dm_2) 248.8[mm]'dir.

ÇÖZÜM:

$$n_2 = \frac{d_{m1}}{d_{m2}} \times n_1 = \frac{158.8}{248.8} \times 950 = 606.35 \text{ dev/dk.}$$

$$v = \frac{\pi \times 158.8 \times 950}{1000 \times 60} = 7.90\,\text{m/s}$$

ÖRNEK 3: Örnek 1'deki kayışın gergin tarafındaki kuvveti (Ft[N]) hesaplayınız. Aktarılan güç (Pd): 2.5 [kW] ve gevşek tarafın kuvveti ihmal edilecektir.

ÇÖZÜM:

$$v = \frac{\pi \times 123.8 \times 1400}{1000 \times 60} = 9.0\ \text{m/s}$$

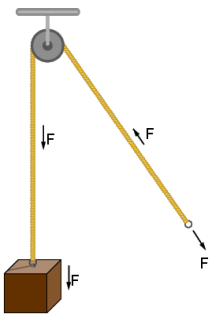
$$Ft = \frac{1000}{9.0} \times 2.5 = 277.8\ \text{N}$$

1.5. Yük Taşıyıcı Olarak Kasnaklar

Makaralar sabit ve hareketli olarak basit yapıda da olsa yük taşımada hala kullanılmaktadır. Yük taşımacılığında kayıştan daha çok ip yada zincir kullanılmaktadır.

1.5.1. Basit Makaralar

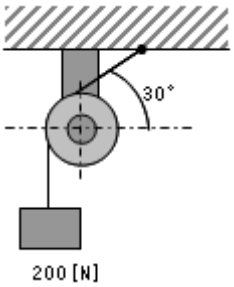
- Basit makara yani tek bir makaranın kullanıldığı sistemlerde uygulanan kuvvetten kazanılmaz. Sadece kuvvetin yönü değişir.100 kg'lık yük varsa 100 kg kuvvet uygulamaz gerekir.
- Sabit bir makara bir mesnete ya da duvara irtibatlanır. Taşınan yükle beraber yükselmez ya da alçalmaz. Çubuk ekseninden sabitlenmiş bir kaldıraca benzer.



Şekil 1.17: Sabit makara

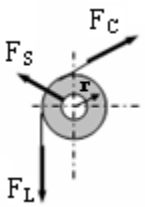
Aşağıdaki örnekte sabit makara statik yani durağan bir yapıdadır.

ÖRNEK 4: Bir yük, makara ve tel ile tavana asılmıştır. Tavana ve makaranın miline etkiyen kuvvetleri bulunuz. Makaranın ağırlığını ihmal ediniz.



ÇÖZÜM:

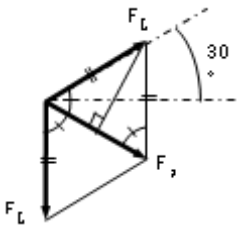
Serbest cisim diyagramını çizelim.



Makaranın O noktasına göre moment alırsak

$rxF_L = rxF_C$

Böylece $F_C = F_L$=200 [N] bulunur. Mil ve tavana asılı tele karşı tepki kuvvetleri oluşacağından cisme etkiyen kuvvetleri çizelim.



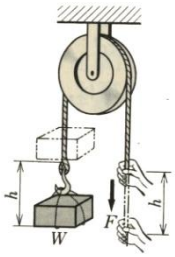
Şekilden mile gelen kuvvet

$$F_S^{\,2} = F_L^{\,2} + F_C^{\,2} + 2\,F_L F_C \cos\alpha$$
$$F_S^{\,2} = 200^2 + 200^2 + 2\text{x}200\ \text{x}\ 200x\cos 120^o$$

Fs=2cos60°x200=200 [N] bulunur.

1.5.2. Hareketli Makaralar

Hareketli makara, taşınan yükle beraber iner ya da çıkar. Yükün mesnet ve uygulanan kuvvetin arasında olduğu bir kaldıraca benzer (Şekil 1.18).

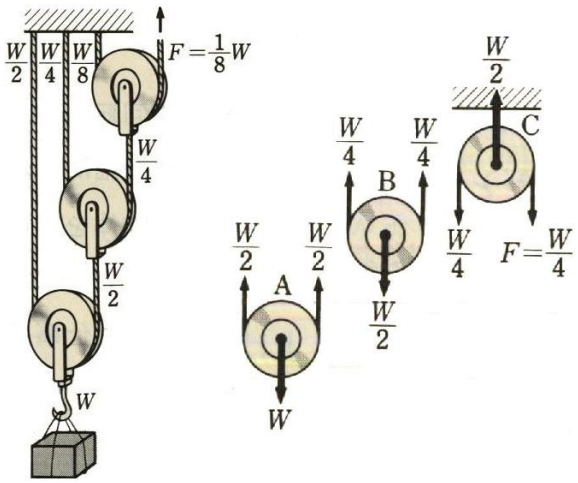


Şekil 1.18: Hareketli makara

Hareketli makaranın mekanik avantajı; hareketli makarayı destekleyen ip sayısına eşittir. Hesaplama yapılırken makaranın sağı ve solundaki ipler ayrı ayrı sayılır. 100 kg'lık yük kaldırılırken 50 kg'lık güç tüketilir.

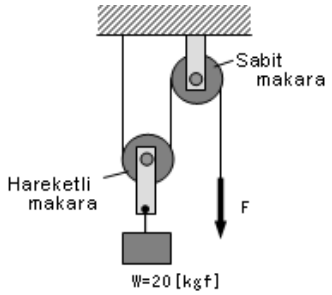
Birçok uygulamada hem sabit hem de hareketli makaralar aynı anda kullanılır. Böyle mekanizmalara ***palanga*** adı verilir. Palangalar hem kuvvetin yönünü değiştirir hem de mekanik avantaj sağlarlar. Şekil 1.19'da 3 hareketli makara vardır. Uygulanacak kuvvet:

$$F = \frac{1}{2^3}\ \mathrm{W} \rightarrow \frac{1}{8}W$$



Şekil 1.19: Palangalar

ÖRNEK 4: Şekilde makara düzeneği görülmektedir. 20 [kgf]'lık asılı yükü dengede tutmak ve ipin ucundan 40 [cm] çekmek için gerekli F kuvvetini bulunuz. Sonra F ve W'nin yaptıkları işi bulunuz.



ÇÖZÜM:

Makara hareket etmesine rağmen, kuvvetleri bulurken statik denge problemlerini çözer gibi davranıyoruz. Çünkü dengedeki bir sistemi harekete geçirmek için denge kuvvetinden biraz daha büyük bir kuvvete ihtiyaç vardır.

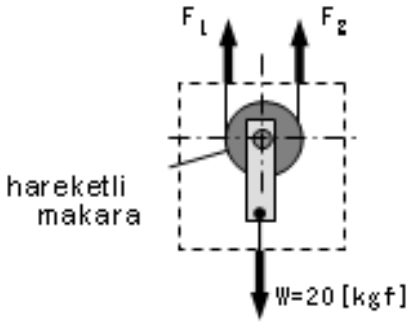
Bu yüzden, hareketli makara diğerlerinden ayrılarak serbest cisim diyagramı çizilir. Hareketli makaranın merkezine göre momentlerin dengesini düşündüğümüzde şunu rahatlıkla söyleyebiliriz.

F1 = F2

Dikey kuvvetlerin dengesinden

2F1= W

F1=W/2=20/2= 10[kgf]



Tekrar, sabit makaranın etrafındaki moment dengesinden hareketle, çekme kuvvetinin sabit makaranın solunda kalan yükün kuvvetine eşit olacağını söyleyebiliriz. Bu da:

F = F1 = 10[kgf]'dir.

Makara ve tel düzeneğinden, telin sağ taraftaki çekilme miktarı, hareketli makaranın iki tarafındaki hareket mesafesine eşit olacaktır. Böylelikle de, hareketli makaranın hareket miktarı telin çekilen uzunluğunun yarısı kadar olacaktır.

Yükün yükselme miktarı = (1/2) 40 = 20 [cm].

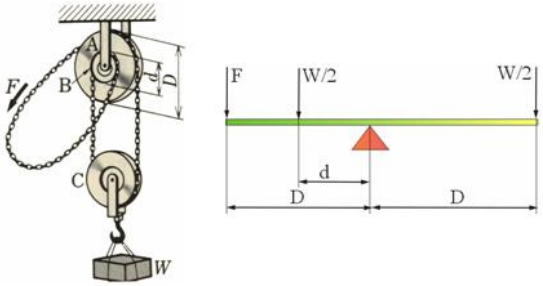
Sonra yapılan işi aşağıdaki gibi bulabiliriz.

F'nin yaptığı iş = Fx (ipin çekilme miktar) = 10x 40=400 [kgf-cm]

W'nin yaptığı iş =Wx (yükün yukarı kalkma miktarı)= 20x20=400 [kgf-cm]

1.5.3. Diferansiyel Palanga

Eş merkezli ve birlikte dönen iki sabit ve bir de hareketli serbest makaradan meydana gelir. Boyutlarının küçük olması dolayısıyla küçük atölye ve işletmelerde yaygın olarak kullanılırlar. Kaldırılan yük, istenilen konumda bir kuvvet olmaksızın durabilir. Mekanik avantaj fazla olmasına rağmen daha fazla ip çekilmesi gerektiğinden yoldan kayıp vardır. Bu da yükün kaldırılma süresini uzatmaktadır.



Şekil 1.20: diferansiyel palanga

Şekil 1.20'de eş merkezli A ve B sabit kasnakları vardır. C kasnağı ise hareketlidir. W yükünün kaldırılması için ne kadar F kuvvetinin uygulanması gerektiğini bulalım. Sabit kasnakların merkezine göre moment alırsak

$$\frac{W}{2}D - \frac{W}{2}\text{d} - \text{FxD}=0$$

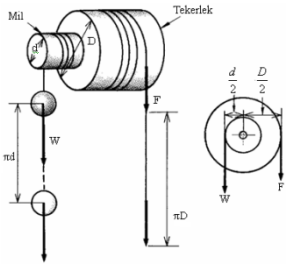
$$\text{FxD}=\frac{W}{2}D - \frac{W}{2}\text{d}$$

$$F = W\frac{D-d}{2D} \qquad [1.16]$$

Örnek olarak 3000N'luk bir yük D=200 mm ve d=180 mm'lik bir kasnakla kaldırılmak istenirse

$$F = W\frac{D-d}{2D} = 3000\frac{200-180}{2x200} = 150 \text{ [N]'luk bir kuvvet gerekir.}$$

Diferansiyel palanga esasında çıkrıkların gelişmiş halidir. Çıkrık bir mil üzerine tutturulmuş disk farklı yarıçaplara haizdir. Cisim diske sarılı iple asılır (Şekil 1.21).



Şekil 1.21: Çıkrık

Büyük yarıçaplı silindire tekerlek (daire), Küçük çaplı silindire eksen denir. Mil ve tekerlek kaldıracın bir tatbikatıdır. Ağır bir yük küçük bir kuvvetle kaldırılabilir. Kuvvetle yük arasındaki oran diskin yarıçapları arasındaki orandır.

İp πD miktarı çekildiğinde (bir dönme) cisim πd miktarı kaldırılır (D: Tekerlek çapı, d: mil çapı). Aşağıdaki formül iş ilkesini ifade etmektedir.

F x πD = W x πd
F x D = W x d

Burada F: İpi çeken kuvvet; W: Cismi etkileyen kuvvettir. Aynı ifade merkez noktasına göre alınan momentle de hesaplanabilir.

$$F \times \frac{D}{2} = W \times \frac{d}{2}$$

F x D = W x d

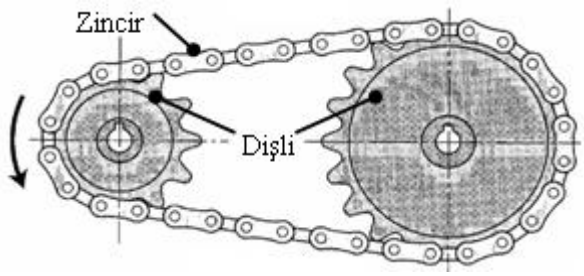
F=(d/D) W [1.17]

Çıkrık bugün günlük hayatımız da farkında olmasak da önemli bir yer işgal etmektedir. Yuvarlak kapı tokmaklarında, tornavidalarda, helikopter ve uçak pervanelerinde, arabaların diferansiyel-aks mekanizmalarında, rulolu konveyörler gibi birçok yerlerde bu mantık kullanılır.

Şekil 1.22: Çıkrık uygulamaları

1.6. Zincir Dişliler

Miller arasındaki mesafe çok fazla değilse zincir dişli, güç ve hareket iletiminde kullanılır. Dişlinin dişleri üzerinde yuvarlanan zincir kayma yapmaz. Millerin paralel olması gerekir. Fakat zincir dişli yüksek hız gerektiren yerler (azami v=40 m/sn) için kullanıma uygun değildir. Titreşim ve gürültü kendini hemen belli etmektedir. Üstelik zincir dişli mekanizması için yağlama da gereklidir. Yüksek hız istenen yerlerde bunun yerine dişli kayış kullanılır. Buna rağmen büyük yüklerin düşük hızlarda aktarımı için zincir dişliler dişli kayışlara tercih edilir.

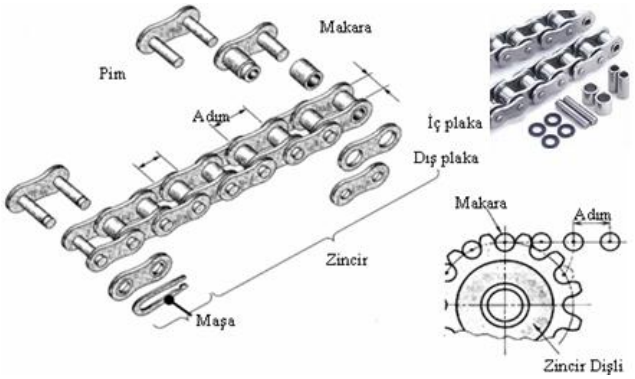


Şekil 1.23: Zincir dişli

Zincir, lamel adı verilen St60 çeliğinden çeşitli şekillerdeki saç levhaların pimlerle mafsallı olarak birleştirilmesinden meydana gelir. Zincir ucunun diğer bir kısma bağlanması için son lamel daha geniş yapılır. Yapı şekillerine göre lamelli zincirler yük zinciri ve tahrik zinciri olarak sınıflandırılır.

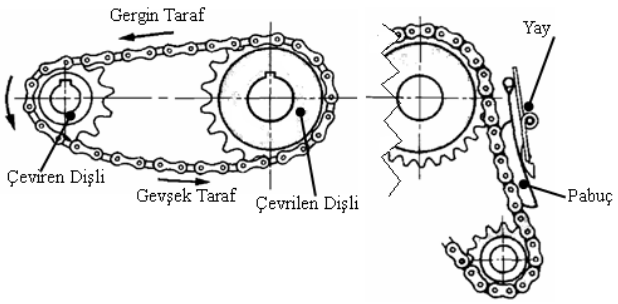
- Yük zinciri
- Tahrik zinciri

Üzerinde duracağımız makaralı zincir (DIN 8187 / 8188 / 8189), tahrik zincirinin bir çeşididir. Makaralar, pimler vasıtasıyla plakalara tutturularak zincir dişli elde edilir. Makaranın oturabilmesi için dişlinin alt kısmının dairesel bir yay şeklinde olması gerekir. Üstelik dişlinin diş şekli zinciri kesmeyecek biçimde olmalıdır.



Şekil 1.24: Tek sıralı makaralı zincirin yapısı

Eksenleri gerdirerek dişliyi ayarlamak mümkündür. Zincir eğimli olarak kullanılacaksa açı 60º ya da daha az olmalıdır. Açılı olarak kullanıldığında avare bir dişli ya da pabuç kullanarak zincirin gevşemesini önlenir. Şekil 1.25'te görüldüğü gibi zincirin gergin tarafı üst, gevşek tarafı alt taraftır. Dişlinin kavrayan diş sayısı birkaç tane ise aşınma çabuk gerçekleşir. Üstelik pürüzsüz bir dönme elde edilemez. Dişlinin diş sayısı 17-70 arasında olmalıdır. Yükün hafif ve hızın düşük olduğu yerlerde diş sayısı daha az olabilir.

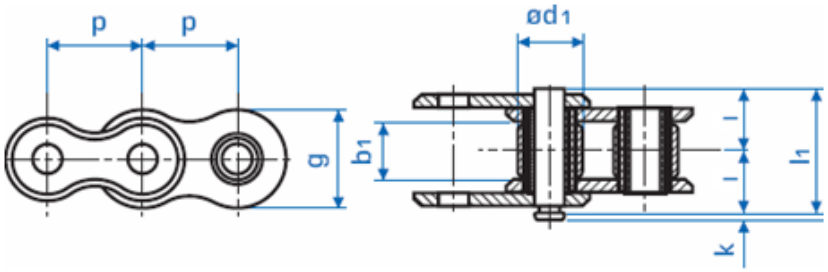


Şekil 1.25: Zincir dişlinin kullanımı

Zincir dişliler TS 2755 / DIN 8196 numarası ile standartlaştırılmıştır.

Şekil 1.26: Zincir dişli çarkları

Tablo 1.8, DIN 8188 normuna göre makaralı zincirlerin ölçülerini göstermektedir.



Zincir No	p x b_1 (inch)	p x b_1 (mm)	d_1	l_1	k	g
08 A-1	$^3/_8$ x $^3/_{16}$	9,525 x 4,77	5,08	11,4	1,3	9,00
08 A-1	$^1/_2$ x $^5/_{16}$	12,7x7,95	7,92	17,8	3,9	12,07
08 A-1	$^5/_8$ x $^3/_8$	15,875 x 9,53	10,16	21,8	4,1	15,09
08 A-1	$^3/_4$ x $^1/_2$	19,05 x 12,7	11,91	26,9	4,6	18,08
08 A-1	1 x $^5/_8$	25,4 x 15,88	15,88	33,5	5,4	24,13
08 A-1	$1^1/_4$ x $^3/_4$	31,75 x 19,05	19,05	41,1	6,1	30,18
08 A-1	$1^1/_2$ x 1	38,1 x 25,4	22,23	50,8	6,6	36,20
08 A-1	$1^3/_4$ x 1	44,45 x 25,4	25,40	54,9	7,4	42,24
08 A-1	2 x $1^1/_4$	50,8 x 31,75	28,58	65,5	7,9	48,26

Tablo 1.8: Zincir ölçüleri

Zincirin ortalama hızı (v_m) aşağıdaki ifade ile hesap edilebilir. P zincirin adımı, dişlinin diş sayısı Z ve dişlinin devir sayısı n[dev/dk.] olmak üzere;

$$v_m = \frac{p \times z \times n}{1000 \times 60} \qquad [1.18]$$

Zincirin gergin taraftaki gerilimi (F[N]), kayışın gerilimi ile aynıdır. Gevşek taraftaki gerilim ve zincirin ağırlığı ihmal edildiği zaman bu ifade:

$$F = \frac{1000}{v_m} P_d$$

P_d[kW] aktarılan güçtür

[1.19]

Z_1 ve Z_2 iki dişlinin diş sayısı, a merkezler arası uzaklık ve zincir makarasının uzunluğu p olmak üzere kayış uzunluğu:

$$L_p = \frac{2a}{p} + \frac{1}{2}(z_1 + z_2) + \frac{p(z_2 - z_1)^2}{4\pi^2 a} \qquad [1.20]$$

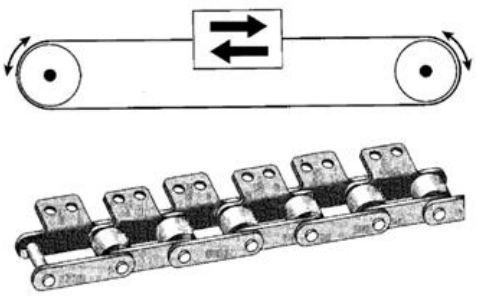
ÖRNEK 5: Zincirle tahrikte aktarılan gücü (Pd[kW]) hesaplayınız. Z1 =21, adım= 15.875 [mm], devir sayısı = 500 [dev/dk.] ve zincirin gerilimi 300[N] dur. Gevşek taraftaki gerilim ihmal edilecektir.

ÇÖZÜM:

$$v_m = \frac{15.875 \times 21 \times 500}{1000 \times 60} = 2.78\,\text{m/s}$$

$$Pd = \frac{300}{1000} \times 2.78 = 0.834\,\text{kW}$$

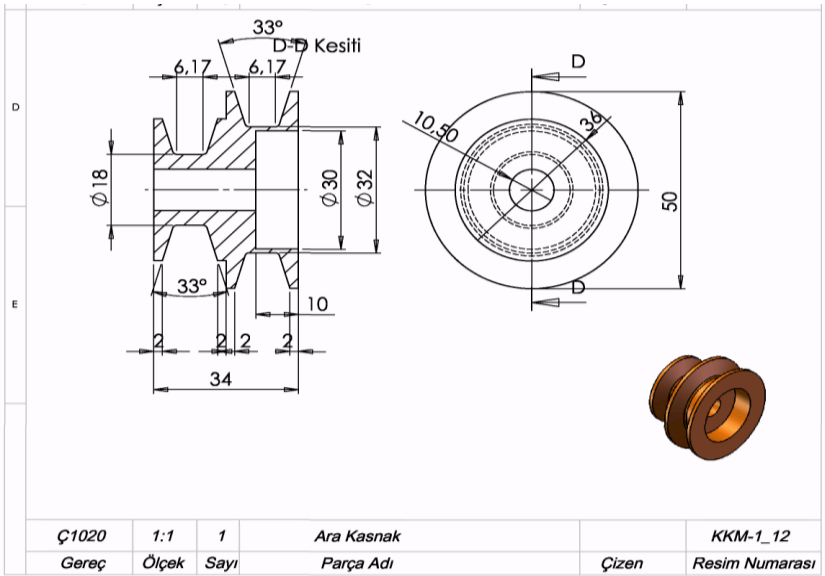
Zincir dişli sadece güç aktarmakla kalmaz, aynı zamanda zincir üzerine ilaveler yapmak suretiyle yük de taşır.



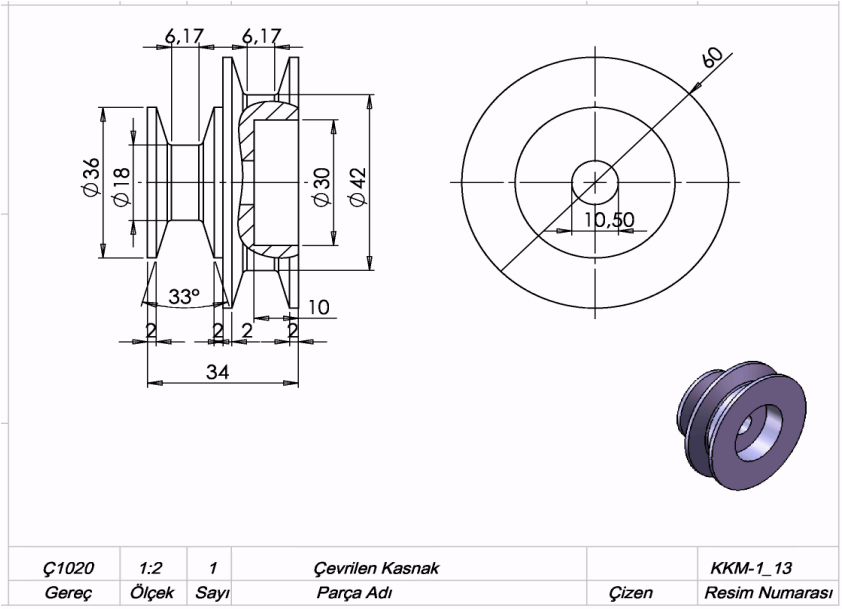
Şekil 1.25: Zincir üzerine yapılan eklemeler

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi görülen çeviren ve çevrilen kasnağı imal ediniz. Bu uygulama faaliyetinde grup çalışması önerilir.



Ç1020	1:1	1	Ara Kasnak		KKM-1_12
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası



Ç1020	1:2	1	Çevrilen Kasnak		KKM-1_13
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Her iki kasnak taslağı için işleme paylarını vererek testere tezgâhında malzeme kesimini yapınız. ➢ Torna tezgâhına sağlam bağlayın. ➢ Alın tornalamalarını yapınız. ➢ Çap 60 mm ve çap 50 mm olarak boyuna tornalama yapınız. ➢ 17 mm'lik kısmını çap 36 mm'ye tornalayınız. ➢ Kanal kalemini tezgâha bağlayınız. ➢ Çap 36 mm, çap 50 mm ve çap 60 mm üzerindeki v kanalları için ön kanalı uygun ölçülerde açınız. ➢ Daha önceden zımpara taşında bileyerek uç açısı 33° olan torna kalemini tezgâha bağlayınız. ➢ Çap 36 mm, çap 50 mm ve çap 60 mm üzerindeki v kanallarını uygun ölçülerde açınız. ➢ Mandreni gezer puntaya bağlayınız. ➢ Mandrene punta matkabı bağlayınız ve parçaların alınlarına punta deliği deliniz. ➢ Sırası ile önce çap 5 mm matkap ardından çap 10.5 mm matkap ile uygun derinlikte deliniz. ➢ Keskin kenarları ince eğe ile kırınız. ➢ Kesme kalemi bağlayarak iş parçasını 34 mm uzunluğunda kesiniz. ➢ İş parçasını tezgâhtan söküp tekrar çap 36 mm olan kısımdan bağlayarak arka kısımdaki 30 mm çaplı boşaltmayı yapınız. ➢ Keskin kenarları ince eğe ile kırınız.	➢ Yan taraftaki işlem basamaklarını yaparken dikkat etmeniz gereken önemli noktalar; malzeme kesiminde mutlaka ve mutlaka işleme paylarını iyi hesaplayınız. Aksi durumda torna tezgâhında işleme yaparken parçayı bağlama sıkıntıları ile karşılaşırsınız. ➢ Alın tornalaması yaparken kalemin eksende bağlanması çok önemlidir. Eksende bağlanmamış kalemle işleme yapıldığında parçanın ortasında çıkıntı kalacaktır ve bu çıkıntı punta matkabı ile delik delme işlemi yaparken punta matkabının kırılmasına neden olacaktır. ➢ İş parçasını torna tezgâhında işlerken parçayı kesme kalemi ile kesinceye kadar kesinlikle sökmeyiniz. Aksi durumda salgılı işleme yaparsınız. ➢ Uygun devir sayıları ve kesme hızlarının talaş kaldırma üzerinde önemli etkileri vardır. Uygun olmayan devir sayıları ve kesme hızları kullanıldığında kesici takımlar yanabilir veya kırılabilir.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME	EVET	HAYIR
Uygun ölçülerde malzeme kestiniz mi?		
Torna kalemini eksende bağladınız mı?		
Alın tornalamasını yaptınız mı?		
İş parçasını uygun ölçülerde tornaladınız mı?		
Ön kanal açtınız mı?		
V kanal için uygun açılı kalem bilediniz mi?		
V kanalını uygun ölçülerde açtınız mı?		
Punta matkabı ile punta deliği deldiniz mi?		
Kesme kalemi ile iş parçasını kestiniz mi?		
Delik boşaltma işlemini yaptınız mı?		
Keskin kenarları ince eğe ile kırdınız mı?		
Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bürüm cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1) Aşağıdakilerden hangisi uzak mesafelere iletim yapan makine elemanlarından **değildir?**
   a) Dişli kayış
   b) V kayışı
   c) Makaralı zincirler
   d) Keten ip

2) Hangi makine elemanının kullanımında kuvvetten **kazanılmaz?**
   a) Basit makara
   b) Palanga
   c) Çıkrık
   d) Dişli çark

3) Aşağıdakilerden hangisi dişli kayışların ölçülerinin belirlendiği standattır?
   a) ICC 5294/ TEK 5160
   b) ISO 5294/ TTK 5160
   c) ITO 5294/ TSE 5160
   d) ISO 5294/ TSE 5160

4) Aşağıdakilerden hangisi düz kayışların özelliklerinden **değildir?**
   a) Eksenleri birbirinden uzakta olan miller arasında güç ve hareket iletir.
   b) İletim oranı serbestçe tayin edilebilir.
   c) Kayma yapmaz.
   d) Kayış malzemesi elastiki olduğundan darbeleri emer.

5) Aşağıdakilerden hangisi 6 T10-255 simgesiyle belirtilen kayıştır?
   a) Yuvarlak kayış
   b) Dişli kayış
   c) Düz kayış
   d) V kayışı

6) Aşağıdakilerden hangisi dikiş makinesinde kullanılan bir kayıştır?
   a) Yuvarlak kayış
   b) Dişli kayış
   c) Düz kayış
   d) V kayışı

7) Aşağıdakilerden hangisi dişli kayış modlarından **değildir?**
   a) 1MR
   b) 2MR
   c) 3MR
   d) 5MR

8) Aşağıdakilerden hangisi kayış kasnaklarda iletim oranı hesabında dikkate **alınmaz?**
   a) Döndüren mildeki devir sayısı
   b) Kayışın çapraz mı yoksa düz mü bağlanacağı
   c) Döndürme momenti
   d) Döndürülen mile arttırılarak mı yoksa azaltılarak mı aktarılma sorusu

9) Aşağıdakilerden hangisi kayış kasnak tertibatına gerdirme kasnağı konmasının nedenidir?
   a) Dönme yönünü düzeltmek
   b) Devir sayısını arttırmak
   c) Devir sayısını azaltmak
   d) Kayışla kasnak arasındaki sürtünmeyi arttırmak

10) Aşağıdakilerden hangisi makaralı zincirin elemanlarından **değildir?**
   a) Lamel
   b) Pim
   c) Kama
   d) Maşa

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Kamlar ile hareket ve güç iletimi yapabileceksiniz.

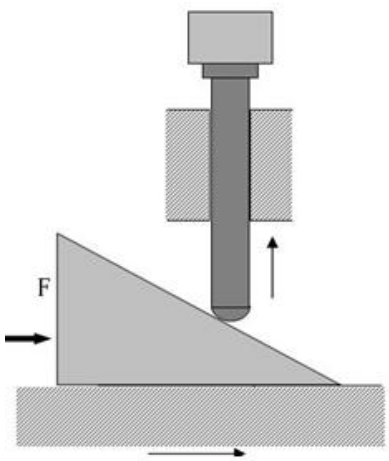
ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.

- Oyuncaklarda bulunan kamları inceleyiniz.

2. KAMLAR

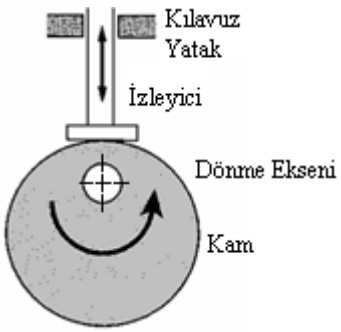
Kalem ve kitabımızı Şekil 2.1'de görüldüğü gibi bir basit deneyde kullanacağız. Kitabınızı bir eğik düzlem olacak şekilde yatırın ve kalemi takip edici uç olarak kullanın. Kalemin düşmemesi için teknik terim olarak söylersek yataklanması için avucunuzu kullanın. Kitabı yukarı doğru düzgünce hareket ettirdiğinizde kalem kılavuz yatak içinde yukarı doğru hareket edecektir. Bu deneyle bir hareketi başka bir harekete basit bir yöntemle dönüştürdünüz. Bu kamların temelidir.



Şekil 2.1: Basit kam deneyi

2.1. Kam Mekanizmaları

Giriş olarak verilen bir hareketi ki çoğunlukla bu bir dönme hareketidir, başka bir hareket türüne dönüştürmede kam mekanizmalarından da yararlanılır. Diğer dönüşüm elemanları bir sonraki modülde ayrıntılı olarak incelenecektir. Kam, hareket dönüşümünde tek başına kullanılmaz. Şekil 2.2'de de görüldüğü gibi İzleyici adı verilen ve ileri-geri hareket eden bir eleman da kamın hareketini diğer elemanlara iletir.



Şekil 2.2: Basit kam

Kam, eğrisel bir dış ya da iç yüzeye sahip makine elemanları olarak tarif edilir. Kamın hem şekli hem de hareketine (salınım ya da dönme) bağlı olarak rastgele seçilen birçok hareket, izleyiciden elde edilebilir.

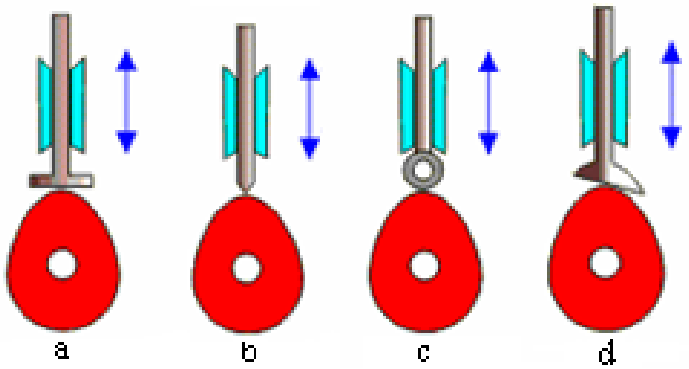
2.2. Kam Mekanizmalarının Sınıflandırılması

Aşağıda kam mekanizmaların bölümleri verilmiştir.

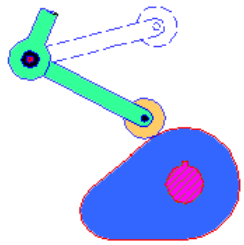
- Hareket modu
- İzleyicinin biçimi
- İzleyicinin yerleşimi
- Kamın şekli

2.2.1. Hareket modu

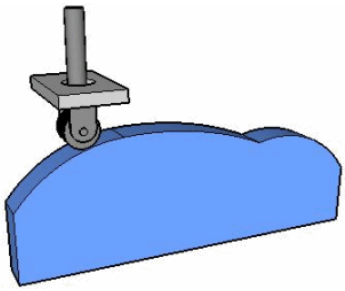
- Dönen kam -ötelenen izleyici (Şekil 2.3)
- Dönen kam - salınan izleyici (Şekil 2.4)
- Ötelenen kam - ötelenen izleyici (Şekil 2.5)



Şekil 2.3: Dönen kam-ötelenen izleyici



Şekil 2.4: Dönen kam-salınan izleyici

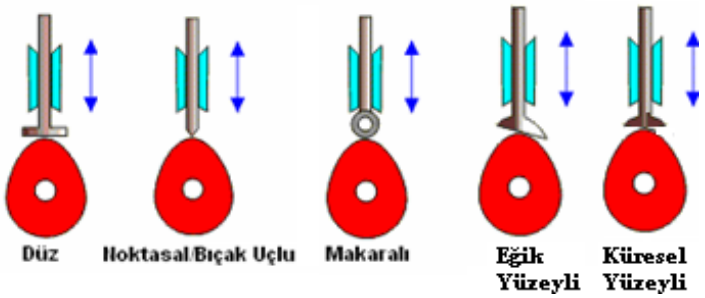


Şekil 2.5: Ötelenen kam-ötelenen İzleyici

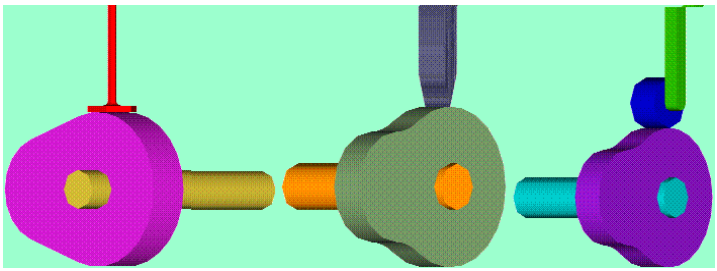
2.2.2. İzleyici Biçimi

Aşağıda kam izleyici çeşitleri bulunmaktadır. Şekil 2.6 ve 2.7 de ise örnekler görülmektedir.

- Noktasal/ bıçak uçlu
- Makaralı
- Düz yüzeyli
- Eğik yüzeyli
- Küresel yüzeyli



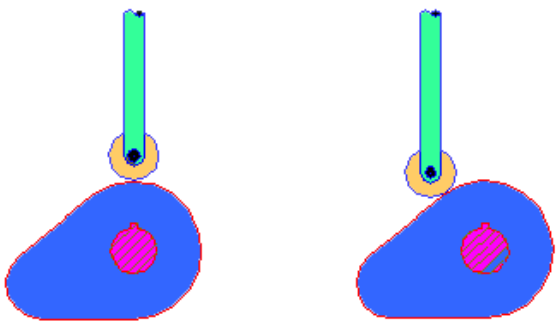
Şekil 2.6: İzleyici çeşitleri



Şekil 2.7: İzleyici 3 boyutlu görüntüleri

2.2.3. İzleyicinin Yerleşimi

- Hizalı izleyici: İzleyicinin merkezi ile kamın merkezi aynı doğru üzerindedir.
- Kaçık izleyici: İzleyicinin merkez doğrusu ile kamın merkez doğrusu arasında kaçıklık vardır (Şekil 2.8).

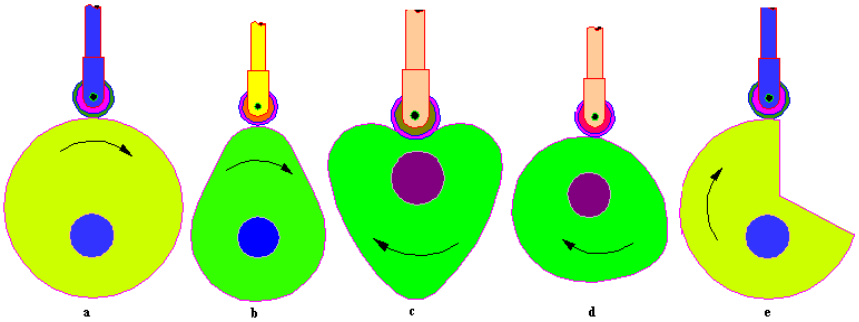


Şekil 2.8: İzleyici yerleşimi

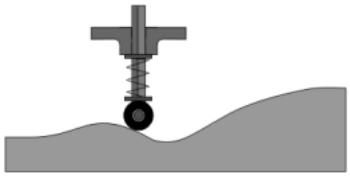
2.2.4. Kamın Şekli

İki boyutlu kamlar (Şekil 2.9-2.10)

- Dairesel: Pürüzsüz bir eksantrik hareket verir.
- Armut biçimli: Belli bir anda izleyicinin sabit kalmasını sağlar.
- Kalp biçimli: Sabit hızla düşme ve alçalma imkânı verir.
- Disk: Değişik hızlarda yükselme ve düşme sağlar.
- Ani düşmeli: Belli bir anda izleyicinin ani düşmesini sağlar.

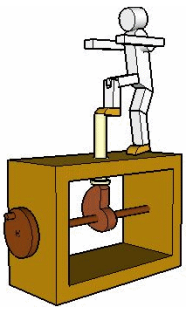


Şekil 2.9: 2 Boyutlu kamlar



Şekil 2.10: Doğrusal kam

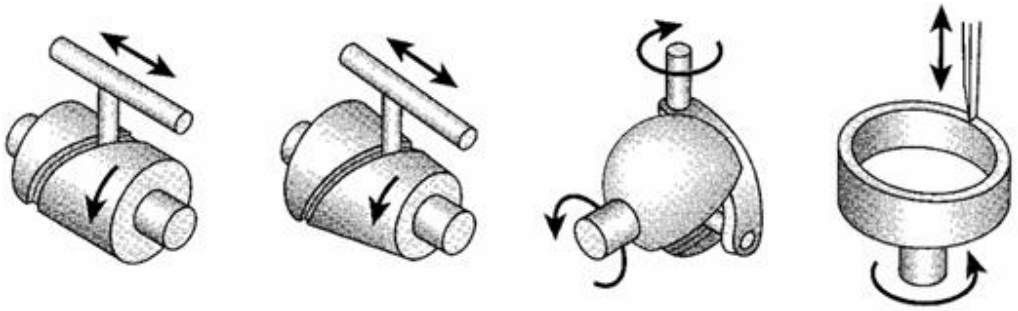
Şekil 2.11'de görülen oyuncakta robot bacağının hareketini yorumlamayı deneyiniz.



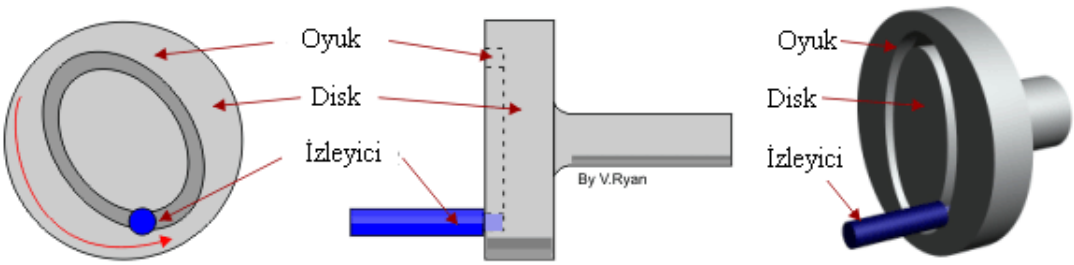
Şekil 2.11: Oyuncak robot

Üç boyutlu kamlar (Şekil 2.12–2.13)

- Silindirik
- Konik
- Küresel
- Eğrisel
- Oyuklu

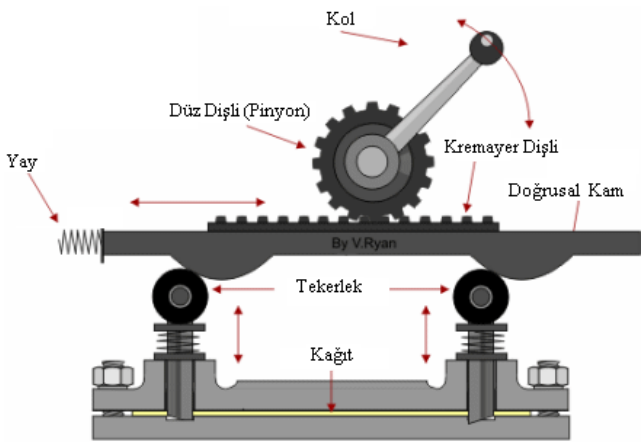


Şekil 2.12: 3 Boyutlu kamlar



Şekil 2.13: Oyuklu kam

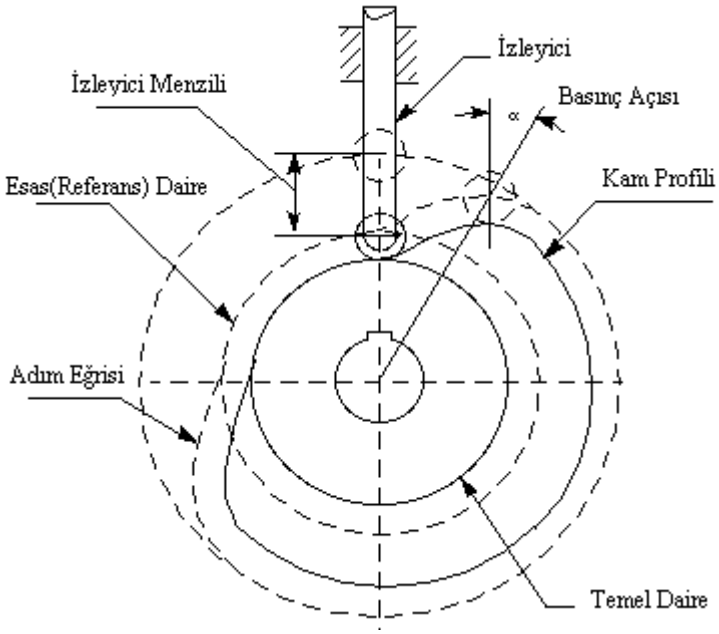
Şekil 2.14'te bir kâğıt delme makinesi görülmektedir. Kol aşağı bastırılınca düz dişli/ kremayer grubu kamı sola hareket ettirir. Bu işlem zımbaların aşağı hareketiyle kâğıdın delinmesini sağlar. Yay ise tüm mekanizmanın geri dönmesini sağlar.



Şekil 2.14: Kâğıt zımbalama makinesi

2.3. Kam Elemanları

Kamın elemanları Şekil 2.15'te görülmektedir.



Şekil 2.15: Oyuklu kam

- İzleme noktası: Düz yüzeyli kamlar için izleyicinin kama temas ettiği nokta adım eğrisinin teşkilinde kullanılır. Makaralı kamlar için makaranın merkezi seçilir.
- Adım eğrisi: İzleyici üzerindeki noktanın kam etrafında dolanırken çizdiği eğri.
- Esas (referans) daire: Kam merkezinden adım eğrisine çizilen en küçük daire.
- Menzil: İzleyicinin hareketinde kat ettiği en büyük yol ya da açı.
- Temel daire: Kam merkezinden kam eğrisine çizilen en küçük dairedir.
- Basınç açısı: Adım eğrisine çizilen normal doğru ile izleyicinin anlık konumu arasındaki açı.
- İzleyici yer değiştirmesi: İzleyicinin belli bir anda kam üzerindeki konumu.

2.4. Kam Diyagramlarının Çizimi

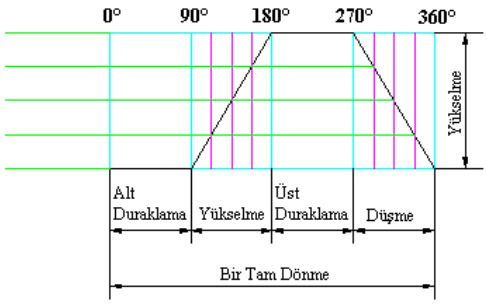
Kam tertibatının oluşturduğu hareket kamın şekline bağlıdır. Amaçlanan hareketi yapan kamı tasarlamak için kam diyagramı çizmek gerekir. Kamlar üç tür harekete göre çizilir.

- Sabit hız
- Sabit ivmeli hareket
- Harmonik hareket

Sabit hızlı harekette izleyici eşit zaman aralıklarında eşit yol kateder. Düzgün doğrusal harekete benzer. Sabit ivmeli harekette izleyici menzilini değişik hızlarda kateder. Yer değiştirme eğrisi paraboliktir. Başlangıçtan orta noktaya ve geri dönüşte düzgün ivme ile hareket eder. Harmonik harekette ise izleyicinin yer değiştirmesi bir sinüs eğrisi çizer. Harmonik harekete benzer. Bu harekete örnek olarak bir mantar ya da tıpanın bir su dalgasındaki hareketi ya da duvar saatindeki sarkacın hareketi verilebilir.

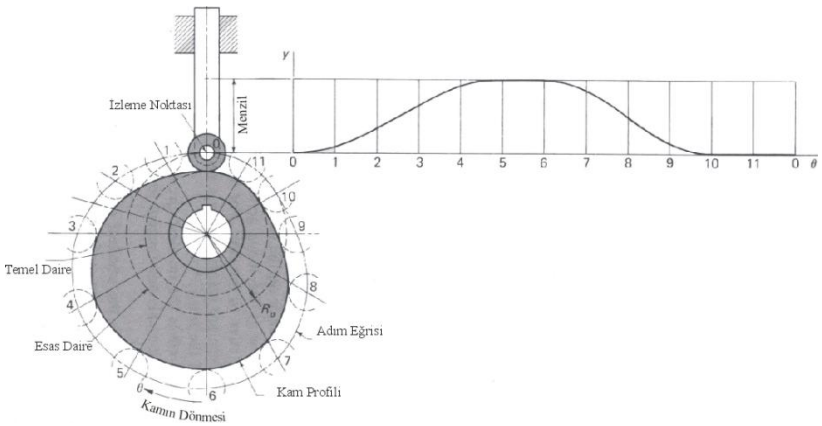
Kamın tasarımında izleyicinin hareketi esas alınır ve bu hareket dört periyoda ayrılır (Şekil 2.16).

- Yükselme: İzleyicinin kamın merkezinden uzaklaşma hareketi.
- Üst duraklama: İzleyicinin en üst noktada bekleme, oyalanma periyodu.
- Düşme: İzleyicinin tepe noktasından kam merkezine doğru alçalma hareketi.
- Alt duraklama: İzleyicinin en alt noktada bekleme periyodu.



Şekil 2.16: İzleyici hareketleri

Kam diyagramı koordinat ekseninde yer değiştirmeleri, apsiste ise dönme açılarını gösterir.



Şekil 2.17: Kam diyagramı

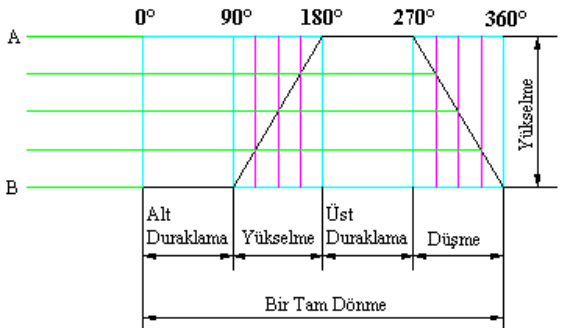
Şimdi bir kam profilinin çizimini görelim. Kam için verilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Noktasal uçlu hizalı izleyici
- 50 mm çaplı temel daire
- Sabit hızda 40 mm yükselme hareketi

- 0-90^0 arası alt duraklama, 90^0-180^0 arası yükselme, 180^0-270^0 arası üst bekleme ve 270^0-360^0 arası düşme
- Saat yönünde dönme

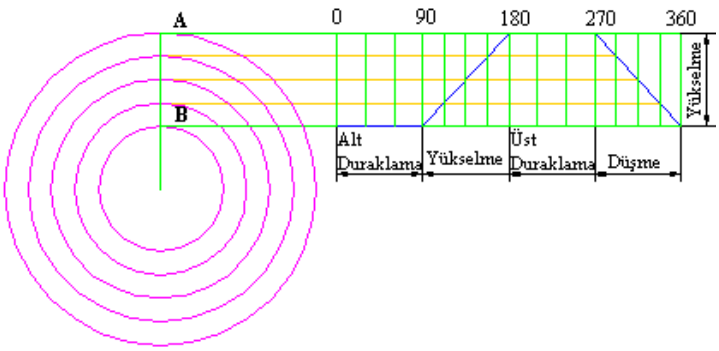
Adım adım kam profilini çizelim.

- İzleyici grafiği hedeflenen harekete göre çizilir. Burada temel dairenin yarıçapı 25 mm (50/2) ve yükselme menzili 40 mm ise en büyük dairenin yarıçapı 65 mm olur (Şekil 2.18).



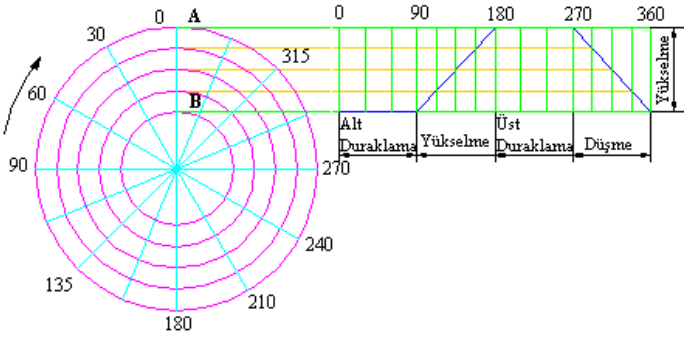
Şekil 2.18: Yer değiştirme diyagramı

- Asgari ve azami çaplara göre çemberler çizilir (Şekil 2.19).



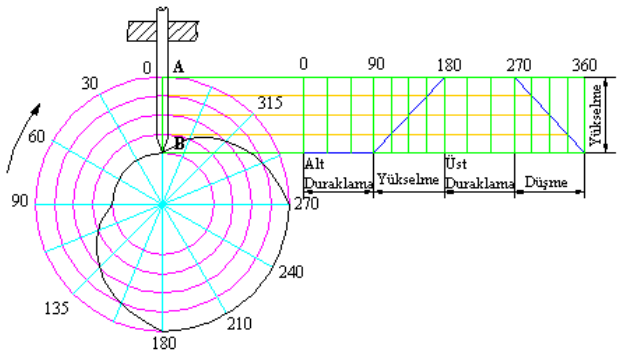
Şekil 2.19: Çember taksimatı

- Bu çemberler dikey olarak eşit parçalara bölünür. Örneğin duraklama yerleri için 300, yükselme ve düşme yerleri için 150 derecelik açılar alınabilir. Her çizgiye numara verilir. Kam saat yönünde döndüğü için profilin dış çapı saatin ters yönünde numaralandırılır (Şekil 2.20).



Şekil 2.20: Kesişimlerin işaretlenmesi

- Tüm kesişim noktalarından geçen düzgün bir eğri çizilir. Bu kamın profilidir.
- Son olarak izleyici çizilir (Şekil 2.21).



Şekil 2.21: Kam diyagramı

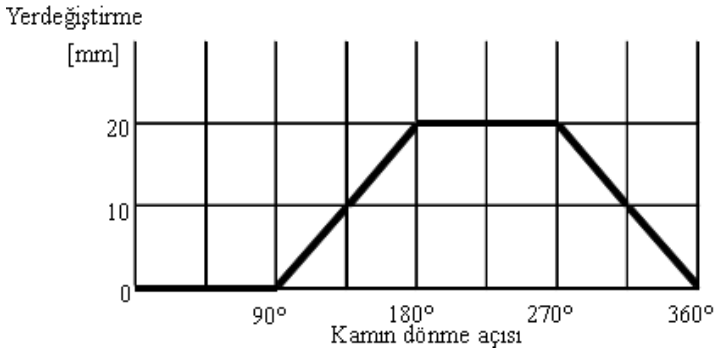
ÖRNEK 1: Kamın temel dairesi 50 [mm] ve saat yönünün tersine dönen kam profilini çiziniz.

Hedeflenen hareketler

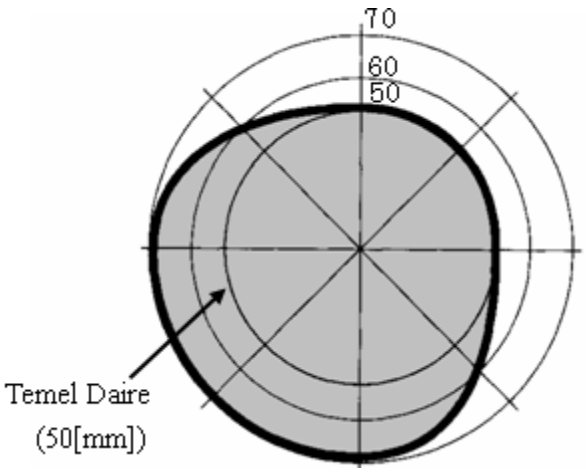
Yükselme menzili:	20 mm
İlk 90 derecede (0-90 arası):	Hareket yok.
İkinci 90 derecede (90-180 arası):	20[mm] yükselecek.
Üçüncü 90 derecede (180-270 arası):	Hareket yok.
Dördüncü 90 derecede (270-360 arası):	20 mm düşecek.

ÇÖZÜM:

İzleyici grafiği:



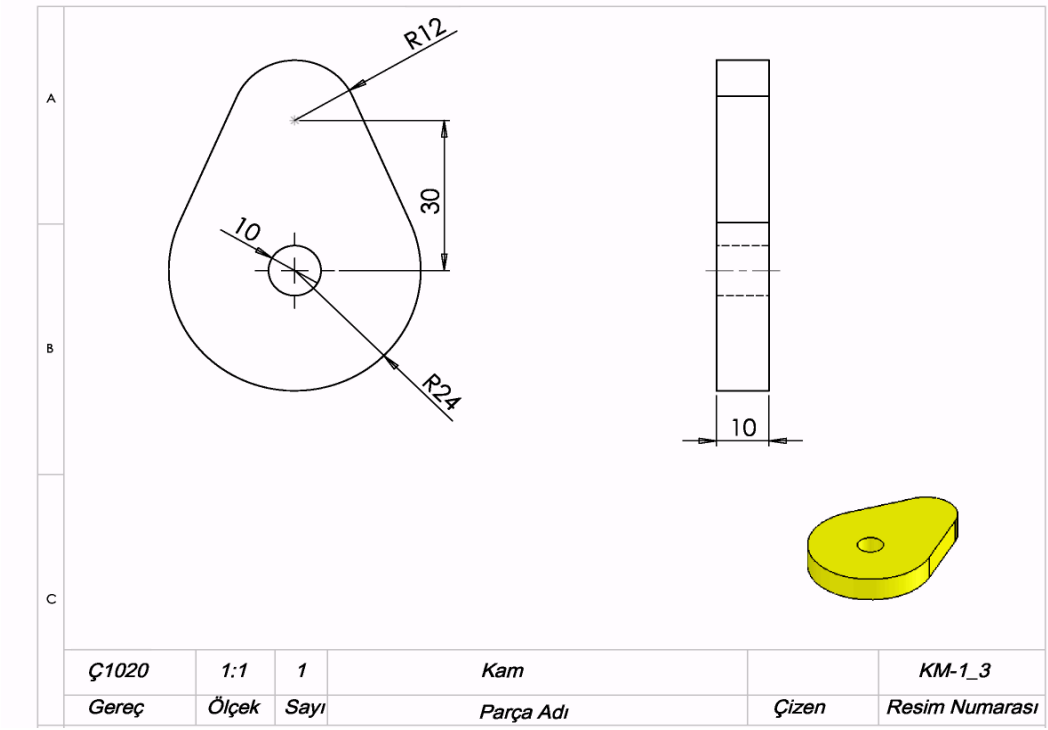
Kam diyagramı:



Kam diyagramı kolaylıkla çizilmesine rağmen kama o biçimi vermek oldukça zordur. Günümüzde geleneksel kam işçiliğinin yerini hemen hemen CNC tezgâhları almıştır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi görülen kamı imal ediniz.



Ç1020	1:1	1	Kam		KM-1_3
Gereç	Ölçek	Sayı	Parça Adı	Çizen	Resim Numarası

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Testere tezgâhında uygun malzemeyi kesiniz. ➢ İş parçasını ölçü ve gönyesine göre eğeleyiniz. ➢ İş parçası üzerinde markalama yaparak kamın şeklini çiziniz. ➢ Nokta ile noktalayınız. ➢ Kamın göbek deliğini deliniz. ➢ Testere ile fazlalıkları kesiniz. ➢ Eğe ile eğeleme yaparak kamı ölçülerine getiriniz.	➢ Yan taraftaki işlem basamaklarını yaparken dikkat etmeniz gereken önemli noktalar; iş parçasının gönyesinde eğelenmesi gerekir. Markalama düzgün yapılmalıdır. Testere lamasının dişleri ileriye bakacak şekilde testereye takılmış olmalıdır ve delik eksende delinmelidir.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

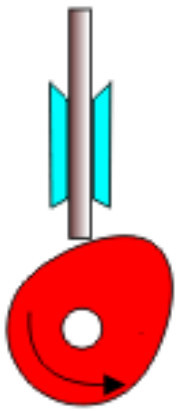
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	**EVET**	**HAYIR**
İş parçasını ölçüsünde kestiniz mi?		
Üç boyut gönyesini sağlandınız mı?		
Markalama yaptınız mı?		
Kamın göbek deliğini deldiniz mi?		
Fazlalıkları testere ile kestiniz mi?		
Markalama çizgilerine göre eğelediniz mi?		
İş parçasının temizliğini yaptınız mı?		
Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
Süreyi iyi kullandınız mı?		

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bürüm cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

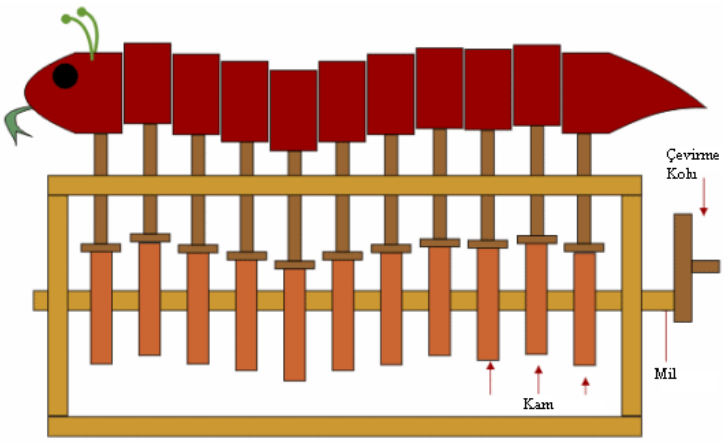
Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1) Şekilde görülen kam profili aşağıdakilerden hangisidir?



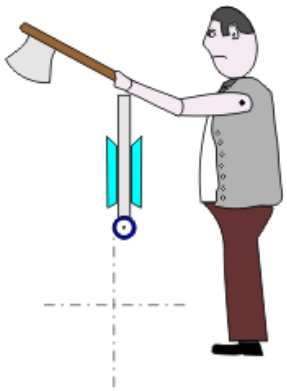
a) Armut biçimli
b) Dairesel
c) Disk
d) Düşmeli

2) Şekilde görülen oyuncak böceğin hareket ediyor izlenimini vermesi için kullanılması gereken kam tipi aşağıdakilerden hangisidir?



a) Armut biçimli
b) Dairesel
c) Disk
d) Düşmeli

3) Şekilde görülen mekanizmada kolun yukarı doğru yavaş, aşağıya doğru hızlı hareket edebilmesi için çizilecek kam profili aşağıdakilerden hangisidir?



a) Armut biçimli
b) Disk
c) Dairesel
d) Düşmeli

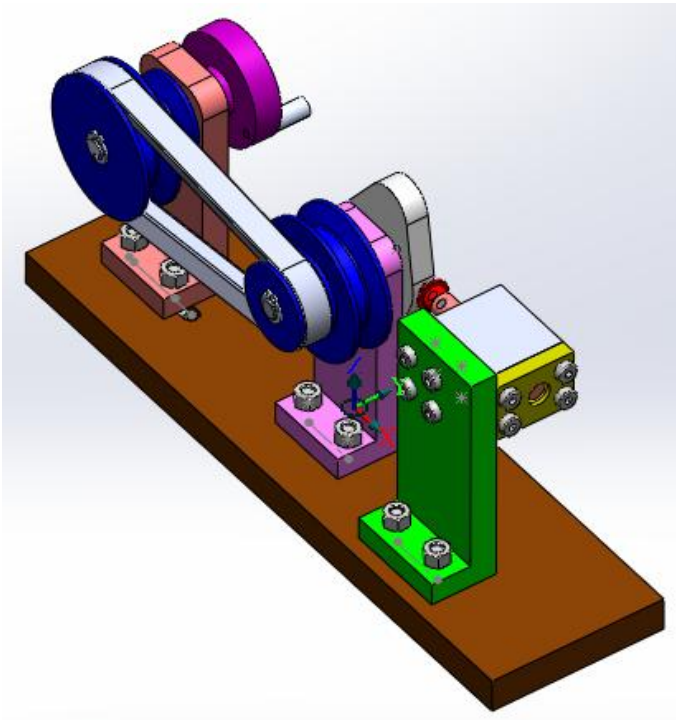
4) Aşağıdakilerden hangisi izleyicinin hareketinde kat ettiği en büyük yoldur?
a) Referans dairesi
b) Temel daire
c) Menzil
d) Adım

5) Aşağıdakilerden hangisi kam mekanizmalarından tasnifinde yer almaz?
a) Hareket modu
b) İzleyicinin biçimi
c) İzleyicinin yerleşimi
d) Kam hızı

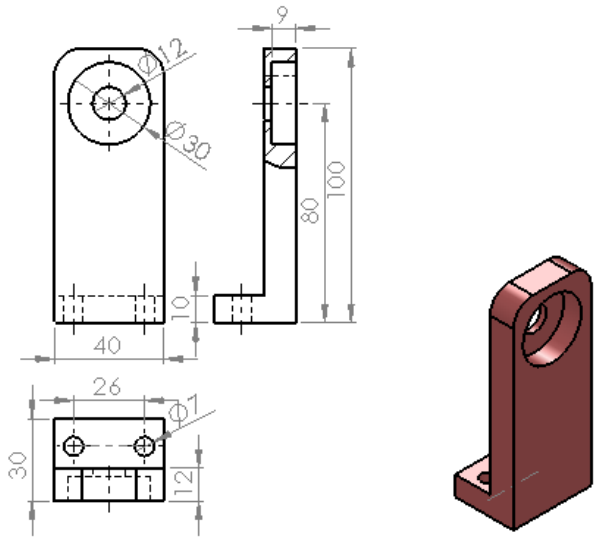
DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

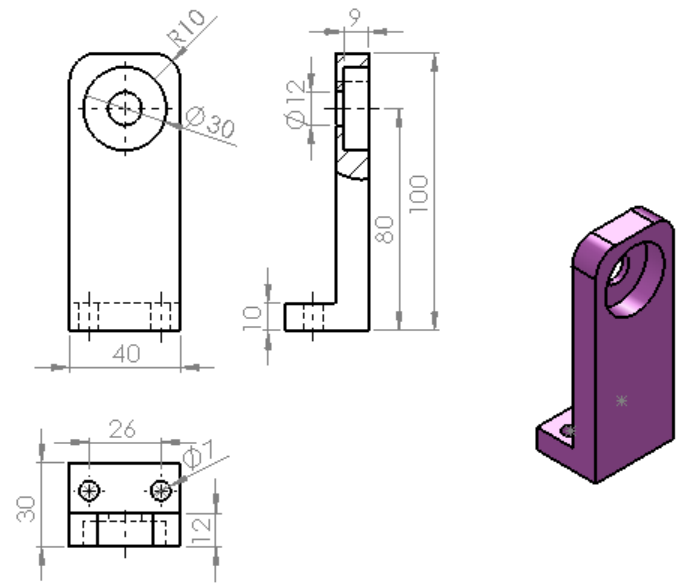
MODÜL DEĞERLENDİRME



Yukarıda resmi görülen kayış, kasnak ve kam düzeneğini torna ve freze tezgâhlarını kullanarak grup çalışması içerisinde imal ediniz (Öğrenme faaliyeti-1'de kasnak imal edildi. Öğrenme faaliyeti-2'de kam imal edildi.).

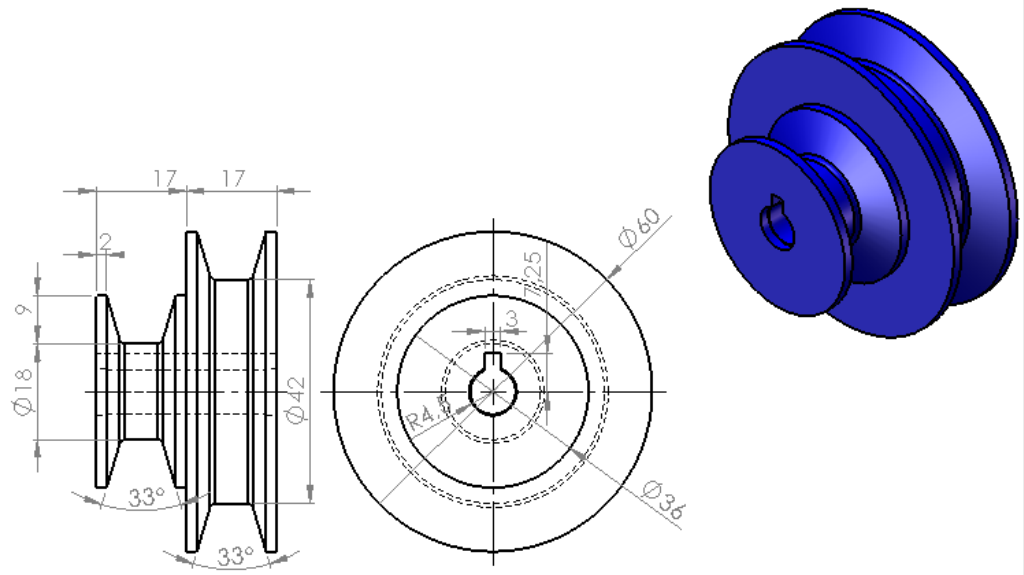


Ç 1040	1:2	1	Çeviren Direk	MUSTAFA GÜNEŞ	1-0001
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI

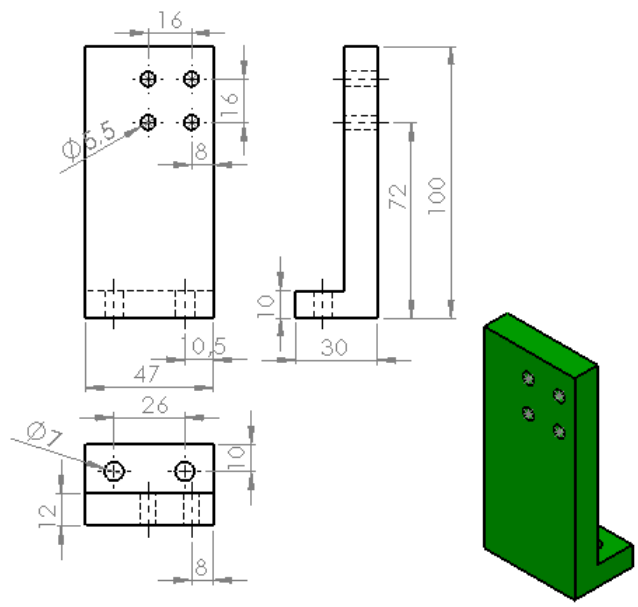


Çalışma Sayfası1

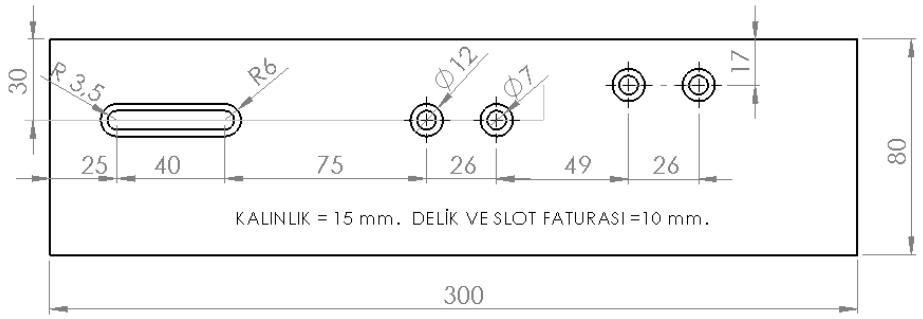
Ç 1040	1:2	1	Çevirilen Direk	MUSTAFA GÜNEŞ	1-0002
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



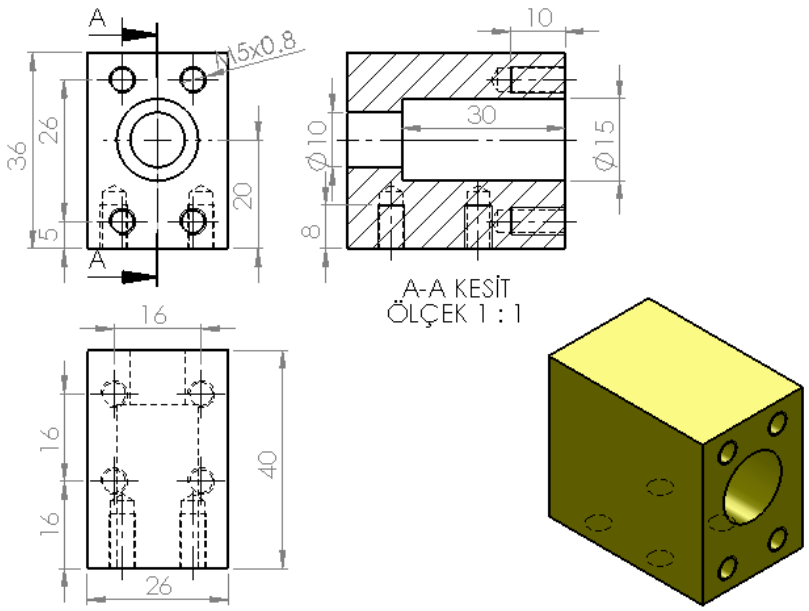
Ç 1040	1:1	2	KASNAK	MUSTAFA GÜNEŞ	1-003
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



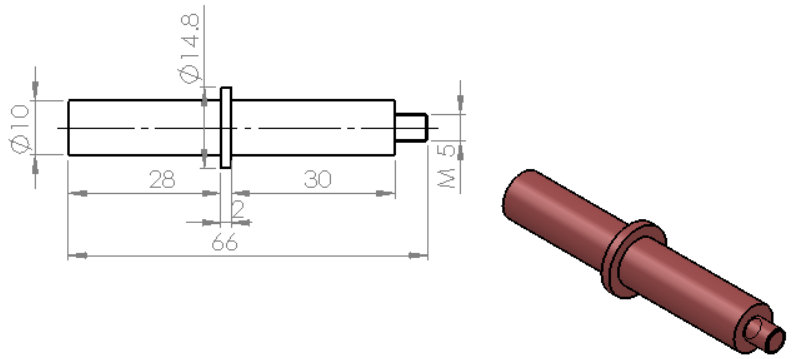
Ç 1040	1:2	1	Kam Direği	MUSTAFA GÜNEŞ	1-004
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



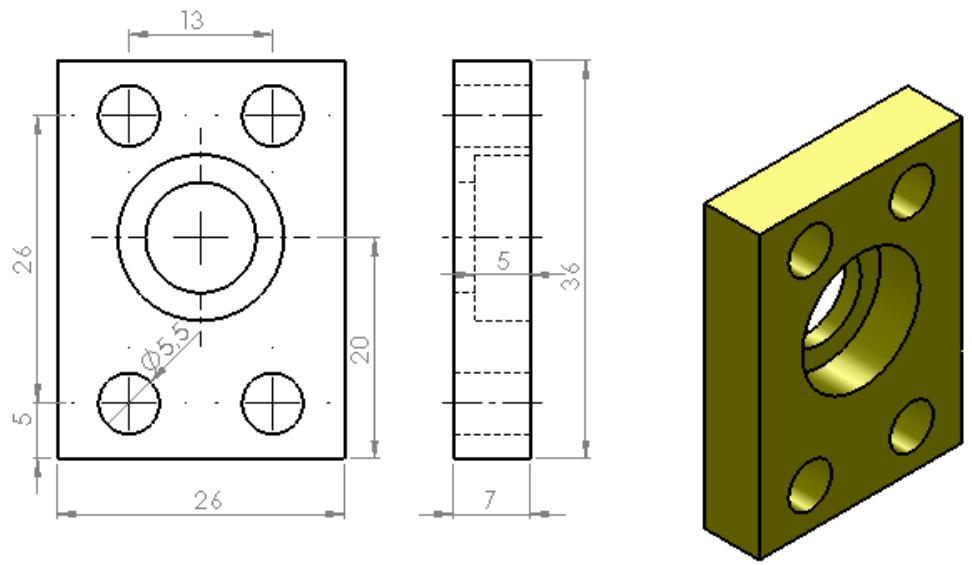
Ç 1040	1:2	1	Taban	MUSTAFA GÜNEŞ	1-005
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



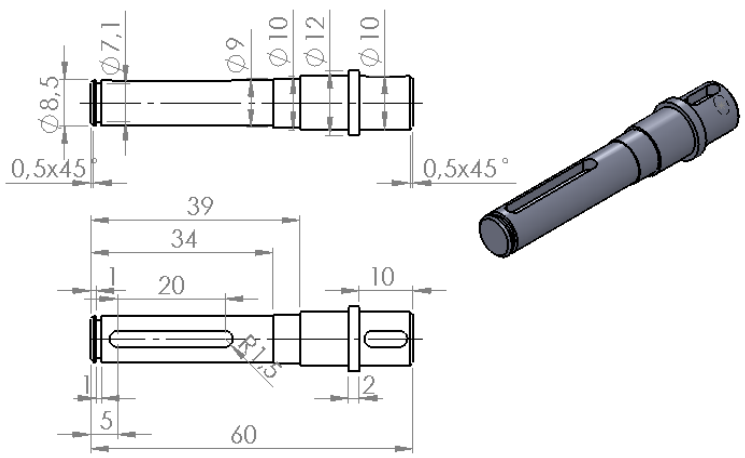
Ç 1040	1:1	1	Piston Yuvası	MUSTAFA GÜNEŞ	1-006
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



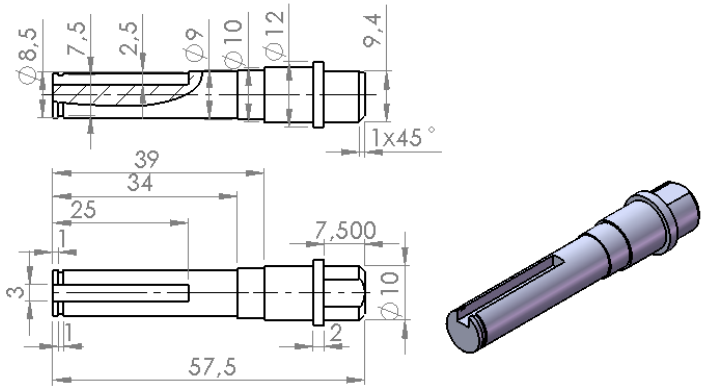
Ç 1040	1:1	1	İzleyici	MUSTAFA GÜNEŞ	1-007
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



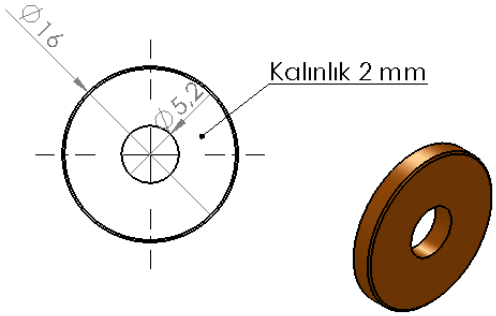
Ç 1040	2:1	1	Piston Yuvası Kapağı	MUSTAFA GÜNEŞ	1-008
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



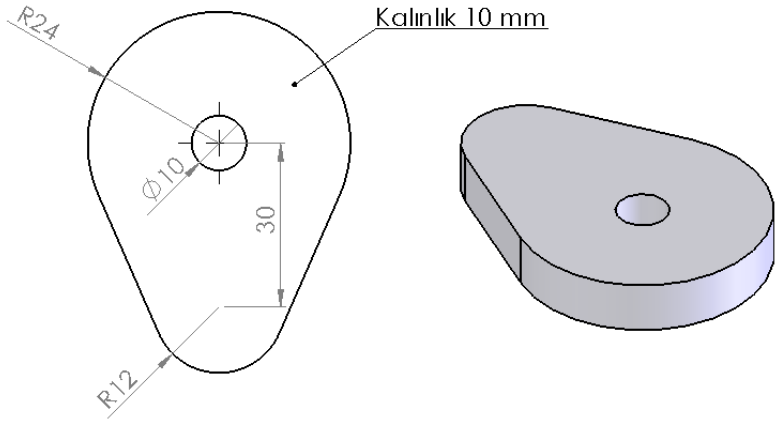
Ç 1040	1:1	1	Çevirilen Mil	MUSTAFA GÜNEŞ	1-009
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



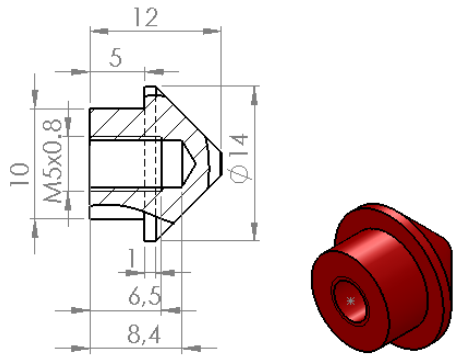
Ç 1040	1:1	1	Çeviren Mil	MUSTAFA GÜNEŞ	1-010
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



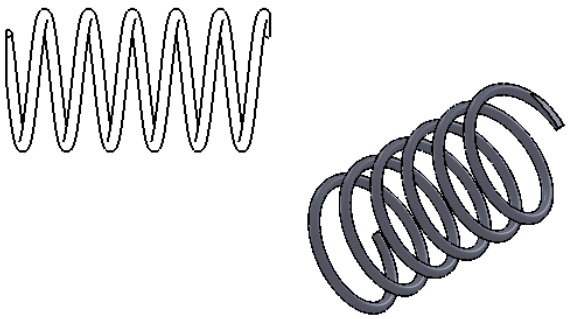
Ç 1040	5:1	1	PUL	MUSTAFA GÜNEŞ	1-011
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



Ç 1040	1:1	1	Kam	MUSTAFA GÜNEŞ	1-012
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



Ç 1040	2:1	1	İzleyici Ucu	MUSTAFA GÜNEŞ	1-013
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI



Ç 1040	1:1	1	Yay	MUSTAFA GÜNEŞ	1-014
GEREÇ	ÖLÇEK	SAYI	PARÇA ADI	ÇİZEN	RESİM NUMARASI

Bu modül ile kazandığınız yeterliği aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için evet, kazanamadıklarınız için hayır kutucuklarına (x) işareti koyarak kontrol ediniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME	EVET	HAYIR
Grup çalışmasında kimin hangi parçayı üreteceğine karar verdiniz mi?		
Parçaların üretim resimlerini çıkardınız mı?		
Tüm çalışmalarınız için uygun malzeme hazırladınız mı?		
Tezgâhlarda iş parçalarının üretim öncelik sırasını yaptınız mı?		
Her iş parçası için işleme sürelerine karar verdiniz mi?		
İş parçalarını üretim önceliğine göre işlediniz mi?		
Birbiri ile çalışan parçaları işlerken eş olanları birbiri ile kontrol ettiniz mi?		
Kayış kasnak tertibatında eksenler arası mesafeyi buldunuz mu?		
Kam ve izleyicinin konumlarını ayarladınız mı?		
Tezgâhlarda çalışırken uygun devir sayısı ve ilerlemeyi seçtiniz mi?		
Tüm grup elemanları işlerini doğru ve ölçüsünde yaptılar mı?		
Yaptığınız işlerin montajını gerçekleştirdiniz mi?		
Teknolojik kurallara uygun bir çalışma gerçekleştirdiniz mi?		
Süreyi iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ – 1 CEVAP ANAHTARI

1)	**D**
2)	**A**
3)	**D**
4)	**C**
5)	**B**
6)	**A**
7)	**A**
8)	**B**
9)	**D**
10)	**C**

ÖĞRENME FAALİYETİ – 2 CEVAP ANAHTARI

1)	**A**
2)	**B**
3)	**D**
4)	**C**
5)	**D**

KAYNAKLAR

- J. Edward Shigley, J. Joseph Uicker, **Theory of Machines and Mechanism,** Mc Graw-Hill Inc., 1980.
- Beer & Johnston Mc Graw-Hill, **Vector Mechanics for Engineers; Dynamics,** 1977.
- R. C. Hibbeler Pearson, **Engineering Mechanics Dynamics 8th Edition,** Education 1997.
- Lung-Wen Tsai, **Mechanism Design,** CRC Press, 2001.
- Musatafa AKKURT, **Makine Elemanları Cilt III,** Birsen Yayınevi, İstanbul 1986.
- Mustafa Bağcı, **Teknik Resim Cilt II,** Birsen Yayınevi, 1997.
- Ali Naci Bıçakçı- Mustafa Erkmen, **SolidWorks,** Pusula Yayıncılık, 2006.
- İ. Zeki Şen- Nail Özçilinigir, **Makine Teknik Resmi II,** Litoo Matbası 1993.
- Derviş Düzgün, **Uygulanmış Makine Elemanları,** 2001.
- ISHIDA Yasuhiro, ÖZDEVECİ Murat, GÜNEŞ Mustafa, **Otomasyon Mekaniği,** MEB, JICA, Eylül 2005.